Physiologische Briefe.

Dritte Abtheilung.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS.

Physiologische Briefe

für

Gebildete aller Stände

von

Carl Vogt.

Dritte Abtheilung.

Stuttgart und Tübingen.

J. G. Cotta'scher Verlag.

1847.

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart.

Zwanzigster Brief.

Das Ei im Eileiter. Die Zellenbildung.

In dem obern Dritttheile des Eileiters zeigt sich das Ei bei den Säugethieren ganz in derselben Gestalt, wie wir es in dem Eierstocke kennen lernten. Es hat noch immer einen kugligen homogenen Dotter, an dessen einer Stelle man zuweilen noch das Keimbläschen unterscheidet, obgleich in den meisten Fällen dasselbe verschwunden ist, und dann der Dotter als durchaus gleichförmige Kugel erscheint. Es hat ferner seine Zona als äußere Hülle. Anfangs sitzen auf dieser noch ringsum, einem Strahlenkranze gleich, die aus dem Graaf'schen Follikel mitgebrachten Zellen der Keimscheibe. Diese letzteren streifen sich indessen sehr bald ab, so daß die Zona vollkommen nackt und bloß erscheint.

Bei dem Kaninchen und, wie es scheint, bei den meisten niederen Säugethieren, sondert der Eileiter eine helle, durchsichtige, halbfeste Masse ab, die sich schichtenweise um das Ei herumlegt und in ihrem äußeren Verhalten vollkommen dem Eiweiße der Vogeleier gleicht. Zwischen den Schichten dieser Masse sieht man sehr häufig Samenthierchen in Menge eingeschlossen, und neuere Beobachter sind dadurch veranlaßt worden, irrthümlich zu behaupten, sie hätten Samenthierchen im Innern der Zona selbst gesehn. Bei den höheren Säugethieren, dem Hunde z. B. fehlt diese Eiweißbildung durchaus, und es steht demnach zu erwarten, daß auch bei dem höchsten Säugethiere,

dem Menschen, bei welchem man bis jetzt noch kein Ei im Eileiter gesehen hat, keine solche Eiweißbildung angetroffen werden dürfte.

In der unteren Hälfte des Eileiters, in welcher das Ei anlangt umgeben von seiner Eiweißschicht, befreit von den Zellen der Keimscheibe, und wo das Keimbläschen schon untergegangen ist, beginnen die merkwürdigsten Veränderungen des Dotters, die man unter dem Namen der Furchung oder des Theilungsprozesses bezeichnet hat. Es beginnt dieser Theilungsprozeß, aus welchem allmählig die bildenden Elemente des Embryos hervorgehen, auch in Eiern, welche nicht befruchtet wurden; er schreitet aber nicht vorwärts in der normalen Weise, die wir bald beschreiben werden, sondern wird unregelmäßig, wenn die Befruchtung nicht baldigst erfolgt. Deßhalb führten wir auch oben als nothwendige Bedingung der Befruchtung an, daß die Begegnung des Samens und des Eies noch innerhalb des Eileiters stattfinden müsse. Da die Furchung stets im unteren, oft aber auch schon im mittleren Theile des Eileiters, beginnt und die Befruchtung ihre Regelmäßigkeit nicht wieder herstellen kann, sobald diese einmal gestört ist, so erscheint unsere Behauptung vollkommen gerechtfertigt.

Betrachtet man ein Säugethierei, welches in das erste Stadium der Theilung eingetreten ist, unter dem Mikroskope, so erscheint der Dotter aus zwei vollkommen isolirten, von einander getrennten Hälften zusammengesetzt, welche eine eiförmige Gestalt haben und nur durch den Einschluß in der Zona zusammengehalten werden, da sie bei dem Oeffnen des Eis mittelst einer scharfen Nadel auseinander fallen und sich leicht isolirt untersuchen lassen. Der Dotter hat sich demnach in zwei Hälften getheilt, deren jede wieder in gewisser Beziehung der ursprünglichen Dotterkugel ähnlich ist. Denn eine jede dieser beiden Furchungskugeln enthält wieder in ihrem Innern ein helles Bläschen, von einer feinen Haut gebildet und mit wasserklarer Flüssigkeit gefüllt, welches einigermaßen dem Keimbläschen ähnlich sieht, jedoch mit dem Unterschiede, daß man meist keine

inneren Bildungen darin nachweisen kann, welche etwa dem Keimflecke analog wären. Soviel ich und andere genaue Beobachter auch diese hellen Bläschen im Innern der Furchungskugeln bei Säugethieren und Fröschen untersuchten, so haben wir uns doch in keinem Falle von der Existenz kernartiger Gebilde im Innern derselben überzeugen können, sondern stets nur einen vollkommen homogenen wasserklaren Inhalt in demselben gesehen. Andere, des Vertrauens nicht minder würdige Beobachter versichern, im Innern dieser Bläschen bei verschiedenen Thieren körnige Kerne gesehen zu haben, und wollen sogar deren constantes Vorkommen behaupten. Mag indeß dieser Streit geschlichtet werden, wie er wolle, so scheint wenigstens so viel gewiß, daß diese Kernchengebilde im Innern der hellen Bläschen keine weitere Bedeutung für die Ausbildung der Furchungskugeln besitzen.

Beobachtet man das Ei einige Zeit später, so sieht man statt zweier Furchungskugeln vier kleinere, meist vollkommen runde kugelförmige Gebilde, deren jedes ebenfalls ein helles Bläschen in seinem Innern zeigt. Jede dieser Kugeln ist vollkommen isolirt von der andern und gleicht wieder in ihrer ganzen Bildung, abgesehen von der Größe, der primitiven Dotterkugel. Die Theilung schreitet nun streng gesetzmäßig in einer geometrischen Reihe fort, deren Exponent die Zahl 2 ist. Man findet Eier aus 8, 16, 32, 64 u. s. w. Furchungskugeln zusammengesetzt, und jede dieser Furchungskugeln besitzt ein helles Bläschen in ihrem Innern und besteht aus einem Aggregat von körniger Dottersubstanz, welches um dieses Bläschen gruppirt ist. Der einzige Unterschied dieser zahlreicheren Furchungskugeln von den ursprünglichen besteht in ihrem kleineren Volumen und in der geringeren Größe des in ihnen enthaltenen hellen Bläschens. Der Dotter erhält durch diese fortschreitende Furchung und Verkleinerung der Kugeln, die in der Zona eingeschlossen sind, je nach dem Stadium der Furchung die Gestalt einer Traube, einer Maulbeere oder Himbeere. Sobald man indeß das Ei öffnet, so gelingt es leicht, die einzelnen Furchungskugeln von einander zu trennen, und als selbstständige Elemente darzustellen.

Der Vorgang, wie wir ihn eben an dem Säugethiere dargestellt haben, war schon früher an andern Thiereiern, namentlich an denjenigen der Frösche beobachtet worden, und in der jetzigen Zeit ist es einzig die Classe der Vögel, bei welchen die Furchung noch unbeobachtet ist, während in dem ganzen übrigen Thierreich, entweder totaler oder doch theilweiser Theilungsprozeß des Dotters bekannt ist. Es konnte nicht fehlen, daß diese merkwürdige Erscheinung, dieses Auftreten eines strengen numerischen Verhältnisses bei den ersten Lebensäußerungen des Eies die Aufmerksamkeit der Naturforscher im höchsten Grade auf sich zog. Wenn man nun auf der einen Seite den Vorgang selbst in seinen äußeren Erscheinungen verfolgte, und mancherlei beträchtliche Modifikationen in demselben entdeckte, so suchte man auf der andern Seite zu ermitteln, welcher tiefere Grund der Erscheinung zu Grunde liege, und in welcher Beziehung die Furchungskugeln sowohl zu den ursprünglichen Theilen, welche das Ei zusammensetzen, als auch zu den spätern Bildungselementen des Embryos ständen.

Die erste Frage, welche man zu lösen versuchte, war diejenige nach dem Schicksale des Keimbläschens. Dieses in allen Eierstockseiern so constant vorkommende Gebilde war nach der Befruchtung, sobald einmal die Furchung sich einzuleiten begann, nicht mehr zu finden, und auch der körnige Keimfleck oder die vielfachen bläschenartigen Keimflecke ließen sich nirgends entdecken. Auch jetzt herrscht noch über diesen Punkt manches Dunkel, welches aufzuklären späteren Beobachtungen anheimgestellt ist. Daß die hellen Bläschen, welche sich in den Furchungskugeln zeigen, nicht durch eine Theilung des Keimbläschens hervorgegangen sind, ist wohl sicher ermittelt; daß das Keimbläschen, so wie es ursprünglich bestand, vor dem Beginne der Furchung zu Grunde gehe, scheint ebenfalls ausgemacht. Allein wir wissen nicht, zu welchen speziellen Bildungen sein Verschwinden Anlaß gibt, zumal da es in den Eiern mit totaler Furchung schwer hält, zu bestimmen, an welchem Orte das Keimbläschen ursprünglich gelegen habe. Es gibt indeß Thiere, bei

welchen die Dottertheilung keine totale ist, sondern wo nur ein mehr oder weniger beschränkter Theil des Dotters an der Furchung Antheil nimmt, der Rest desselben dagegen in seiner ursprünglichen formlosen Gestalt zurückbleibt. Dieß ist der Fall bei einigen Froschgattungen, bei den meisten Fischen und den Cephalopoden, während die Eier der übrigen Mollusken, wie die der Säugethiere totale Furchung besitzen. Bei den Thieren mit partieller Furchung erhebt sich nur ein Theil des Dotters hügelartig, und bildet wulstartige Erhöhungen, in welchen helle Bläschen sich zeigen, die sich mehr und mehr zerspalten, meist aber nach innen hin nur unvollkommen gegen die formlose Dottersubstanz abgegränzt sind. Die Furchung schreitet in diesem Falle von einem bestimmten Punkte aus allmählig um sich greifend fort, und überzieht, je nach den speziellen Verhältnissen, entweder das gesammte Ei oder auch nur einen Theil desselben. Hier zeigt es sich nun aufs Deutlichste, daß der Mittelpunkt, von welchem aus die Furchung fortschreitet, an demjenigen Orte liegt, den das Keimbläschen in dem unbefruchteten Eie behauptete, und daß dieser selbe Punkt auch den Mittelpunkt der embryonalen Entwicklung bildet. Ein gleiches Verhältniß findet sich aller Wahrscheinlichkeit nach auch bei den Eiern mit totaler Furchung. Das Keimbläschen zeigt somit in dem unbefruchteten Eie jedesmal die Stelle an, von welcher aus die embryonale Entwicklung fortschreitet, und beurkundet dadurch jedenfalls eine bedeutungsvolle Beziehung zu der Entstehung des Embryos selbst.

Das Schicksal des einfachen Keimflecks oder der vielfältigen Keimflecke ist ebenfalls noch sehr in Dunkel gehüllt. Dieses Dunkel wird in Beziehung zu dem einfachen körnigen Keimfleck, wie er sich bei den Säugethieren zeigt, auch nur sehr schwer gelichtet werden können. Wenn, wie es wahrscheinlich ist, die zarte Haut des Keimbläschens sich auflöst und die in demselben enthaltene Flüssigkeit sich wirklich mit der Dottersubstanz mischt, so wird es mit unsern jetzigen Hülfsmitteln der Untersuchung geradezu unmöglich seyn, den Keimfleck unter den zahlreichen körnigen Dotterelementen herauszufinden und wieder zu erkennen.

Günstigere Verhältnisse finden sich vielleicht bei den mehrfachen bläschenartigen Keimflecken, welche in manchen Eiern, so namentlich in denjenigen der Batrachier, der Frösche, Molche und Kröten vorkommen. Es ist mehr als wahrscheinlich, trotz des Widerspruches mancher neuern Forscher, daß diese bläschenartigen Keimflecke nach der Auflösung des Keimbläschens sich in der Dottersubstanz einlagern, dort sich ausdehnen und so allmählig sich zu jenen hellen Bläschen ausbilden, welche in den ersten Furchungskugeln auftreten. Die bisherigen Beobachtungen haben wenigstens noch keine bestimmten Thatsachen gegen diese Annahme geliefert, obgleich auf der andern Seite auch keine zweifellose Bestätigung derselben beigebracht werden konnte.

Es muß hier auf eine Erscheinung aufmerksam gemacht werden, deren Allgemeinheit mehr und mehr hervortritt, obgleich die Beobachter derselben bisher nur sehr wenige Theilnahme geschenkt haben. Bei fast allen Eiern mit totaler Furchung nämlich, deren Dotter klein genug sind, um sie unter dem Mikroskope in ihrem ganzen Umfange bei stärkerer Vergrößerung beobachten zu können, namentlich aber bei den Eiern der Molusken und der Säugethiere treten während des Beginnens der Furchung ein oder zwei helle Bläschen aus dem Innern des Dotters aus und verlieren sich allmählig in der Flüssigkeit, welche zwischen den Furchungskugeln und der umhüllenden Dotterhaut oder Zona ergossen ist. Es scheinen diese Bläschen von dem Punkte auszugehen, welchen das Keimbläschen eingenommen hat, und es dürfte vielleicht ihre Bildung in gewisser Beziehung zu dem Keimbläschen stehen, weßhalb die genauere Verfolgung ihrer Entstehung bei künftigen Beobachtungen wohl in das Auge zu fassen seyn wird.

Die Vermehrung der Furchungskugeln und deren streng mathematisches Verhältniß hat nicht minder als das Schicksal des Keimbläschens die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen. Aus der geometrischen Reihe, mit dem Exponenten zwei, welche durch diese Vermehrung gebildet wird, geht schon hervor, daß jede bestehende Furchungskugel sich in zwei kleinere

Kugeln theilen, und eine jede dieser kaum entstandenen Furchungskugeln wieder neue Theilungsfähigkeit besitzen müsse. Es fragt sich aber, von welchen Bildungselementen der Furchungskugel diese stets erneuerte Spaltung in zwei Hälften ausgehe, ob es das helle centrale Bläschen sey, welches auf irgend eine Weise sich theile und hernach als Anziehungsmittelpunkt diene, um welchen herum die einzelnen Dotterelemente sich in Form von Kugeln gruppiren, oder ob vielmehr in der formlosen Dottersubstanz selbst diese Tendenz zu kugelförmiger Gruppirung liege, und erst secundär in den vorgebildeten Kugeln das helle Bläschen sich entwickele.

Ein bewährter Forscher, welcher das constante Vorkommen von kernchenartigen Gebilden in den hellen Bläschen der Furchungskugeln behauptet, glaubt die Vermehrung dieser letzteren in folgender Weise darstellen zu können. Nach ihm theilt sich das Kernchen, indem es sich allmählig verlängert, in zwei Theile, und um jeden dieser Theile bildet sich ein neues helles Bläschen, welches sich allmählig vergrößert. Es sollen sich demnach zu einer gewissen Zeit in dem hellen Bläschen einer Furchungskugel zwei andere Bläschen eingeschachtelt befinden, deren jedes sich um einen körnigen Kern als Mittelpunkt gebildet hat. Diese eingeschachtelten Bläschen vergrößern sich nach und nach so, daß sie das Mutterbläschen zersprengen und frei werden. Sobald sie frei geworden sind, so entfernen sich die beiden früher eingeschachtelten Bläschen von einander und dienen nun jedes für sich als Mittelpunkt, um welchen herum sich die Dotterelemente in Form von Kugeln gruppiren. Nach diesem Forscher geht also die Vermehrung der Furchungskugeln von der Theilung oder vielmehr von der Mutterzeugung heller Bläschen aus, und die Bläschen bilden gleichsam anziehende Centra, welche auf die Dottersubstanz einwirken und diese zu kugelförmiger Gruppirung vermögen.

Es ist unmöglich, dieser Darstellung der Vermehrung der Furchungskugeln unbedingt beizutreten in jetziger Zeit, wo noch keine entscheidenden Thatsachen für einige der wesentlichsten Punkte

in der mitgetheilten Theorie beigebracht worden sind, und wo die meisten Forscher sich vergebens abmühen, in den hellen Bläschen der Furchungskugeln etwas Anderes als wasserhellen homogenen Inhalt zu finden. Der Eckstein der Theorie, die Theilung der körnigen Kerne, welche die Zeugung zweier eingeschachtelter Bläschen zur Folge haben soll, bedarf demnach noch der Bestätigung. Außerdem geht die Furchung in vielen Eiern so schnell vor sich, daß in weniger als vierundzwanzig Stunden die ganze Dottermasse in mehrere hundert Furchungskugeln zerfällt ist. Man müßte in solchen Eiern stets nur helle Bläschen finden, in welchen andere eingeschachtelt wären, und bei stundenlanger Fixirung desselben Eies unter dem Mikroskope müßte man die eingeschachtelten Bläschen entstehen, sich frei machen und andere in ihrem Innern erzeugen sehen. Mir hat indeß, trotz aller Mühe, die ich anwandte, eine solche Beobachtung noch in keiner Weise glücken wollen. Ich habe im Gegentheil Furchungskugeln gesehen, welche einem Biscuit oder einer Schuhsohle ähnlich sahen, und in deren einem, angeschwollenen Ende ein helles Bläschen sich befand, während auf der andern Seite keine Bildung dieser Art sich wahrnehmen ließ. Offenbar waren diese Furchungskugeln in der Theilung begriffen, die eine Hälfte derselben schnürte sich gerade von der andern ab; — allein nichtsdestoweniger zeigte sich in dieser Hälfte kein helles Bläschen als bedingender Moment ihrer Bildung. Es ist mir deßhalb weit wahrscheinlicher, daß die Tendenz zu kugelförmiger Gruppirung in der Dottersubstanz selbst liegt, und daß die hellen Centralbläschen erst in den schon vorgebildeten kugeligen Anhäufungen der Dottersubstanz entstehen.

Die genauere Feststellung dieser Verhältnisse erscheint besonders deßhalb von Wichtigkeit, weil der Furchungsprozeß die Einleitung darstellt zu der Bildung der Elementartheile, aus welchen der Embryo sich aufbaut. Der Embryo selbst besteht zu einer gewissen Zeit seiner ganzen Masse nach aus Zellen, d. h. aus bläschenartigen Gebilden, welche in ihrem ganzen Verhalten denjenigen Elementartheilen gleichen, aus welchen das

Gewebe der Pflanzen aufgebaut ist. Erst aus diesen ursprünglichen Elementarzellen, welche den Embryo zusammensetzen, entstehen die einzelnen so mannigfaltigen Gewebtheile, aus welchen die Organe des Erwachsenen gebildet sind. Die Erkenntniß dieser ursprünglichen Uebereinstimmung in der Struktur der Pflanzen und Thiere ist eines der schönsten Resultate, welches die neuere Wissenschaft zu Tage gefördert hat. Sie ist der Ausgangspunkt gewesen zu den fruchtbarsten Arbeiten im Felde der mikroskopischen Forschung und läßt auch jetzt noch die weitsichtigsten Ergebnisse erwarten. Die ganze embryonale Entwicklung beruht auf dem Leben der Zellen, auf deren Entstehung und allmähliger Ausbildung, und jede Thatsache, welche auf diese Entstehung und auf die Funktion der Zelle im Allgemeinen Bezug hat, ist deßhalb von der größten Wichtigkeit. Die Geschichte der Entstehung und Vermehrung der Furchungskugeln ist zugleich die Entstehungsgeschichte der thierischen Zellen im Allgemeinen, denn die Furchungskugeln sind nur werdende Zellen und bilden sich augenblicklich zu wirklichen Zellen aus, sobald sie durch fortschreitende Theilung diejenige Größe erreicht haben, welche die Elementarzellen des Embryos besitzen sollen. Da alle Organe des Embryo ohne Ausnahme ursprünglich aus wahren Zellen zusammengesetzt sind, so wird es, um unnöthige Wiederholungen zu vermeiden, hier ersprießlich seyn, das Leben der Zellen im Allgemeinen, ihre Entstehung, Fortbildung und endliches Schicksal darzustellen, und in kurzen Umrissen die Zellentheorie so zu geben, wie der heutige Stand der Wissenschaft dieselbe ausgebildet hat.

Die Furchungskugeln haben wir in dem Vorhergehenden als kugelige Körper kennen gelernt, deren Substanz um ein Bläschen als Mittelpunkt gruppirt ist. Diese Substanz, welche stets einen gewissen Halt hat und meistens sogar noch größere Festigkeit besitzt als die ursprüngliche Dottersubstanz, wird in ihrer kugeligen Form durch ihre eigene Zähigkeit, nicht aber, wie man etwa glauben könnte, durch Umhüllung mit einer besondern Membran erhalten. Man hat viel und oft über diese Existenz

von umhüllenden Membranen an den Furchungskugeln gestritten, dabei aber vergessen, daß man sich besonders in dem Fall nicht einigen konnte, wo man von Furchungskugeln verschiedenen Alters sprach, indem die anfänglich hüllenlosen Kugeln sich allerdings zu einer gewissen Zeit mit einer Membran umkleiden. Die gelatinöse Grundsubstanz, in welcher die Körnchen der Dottermasse und der Masse der Furchungskugeln zerstreut sind, verdichtet sich allmählig an der Peripherie der Furchungskugel und erhärtet endlich zu einer strukturlosen einfachen Membran, deren Existenz und bestimmte Abtrennung von dem Inhalte um so leichter nachgewiesen werden kann, je längere Zeit die Membran bestanden hat. Man kann sich den Vorgang dieser Erhärtung etwa versinnlichen, wenn man die Bildung einer festeren geronnenen Schicht auf einer Gelée z. B. ins Auge faßt. Auch hier läßt sich im Anfang nur erkennen, daß an der Oberfläche unter dem Einflusse der Luft eine consistentere Schicht sich gebildet hat, die allmählig in die innere flüssige Masse übergeht und sich von dieser nicht scheiden läßt; nach und nach gerinnt diese Schicht zu einem einfachen Häutchen, das man trennen und abziehen kann. Ganz so verhält es sich auch mit den Furchungskugeln. Je kleiner diese werden, desto bestimmter spricht sich die Trennung zwischen umschließender Haut und innerer, eingeschlossener Substanz aus. Ist diese Trennung einmal nachweisbar vollendet, so nennen wir die Gebilde, die wir vor uns haben, Zellen, und wir erkennen dann gewisse Lebenserscheinungen, welche ihren Sitz hauptsächlich in der die Zelle einschließenden Membran oder in der Zellenwand haben.

Indem wir die allmählige Bildung der Furchungskugeln und die Ausbildung der Zellenwand verfolgten, haben wir zugleich die Entstehungsgeschichte der Zelle selbst kennen gelernt, sowie deren einzelne Theile bezeichnet. Alle aus Furchungskugeln hervorgegangenen Zellen, und da diese es sind, welche den Embryo zusammensetzen, alle primitiven Embryonalzellen werden demnach aus folgenden Theilen gebildet.

1) Aus einer äußern umhüllenden, strukturlosen Membran,

der Zellenwand, welche die Form eines kugeligen Bläschens besitzt und durch Condensirung der peripherischen Schicht einer Furchungskugel entstanden ist.

2) Aus einem mehr oder minder körnigen Inhalt, gebildet von der ursprünglichen Dottersubstanz, welche nach ihrer Gruppirung in kugeliger Form von der allmählig an der Peripherie sich verdichtenden Zellenwand umschlossen wurde, und

3) endlich aus einem innern hohlen, mit wasserheller Flüssigkeit gefüllten Bläschen, dem Kerne, das ursprünglich in der Mitte des Körnerhaufens sich befindet, und zuweilen, wenn auch nicht in allen Fällen, ein körniges Kernchen umschließt.

Welches Gebilde bei dem beschriebenen Vorgange der Zellenbildung aus Furchungskugeln das primäre sey, ob der körnige zur Kugel geballte Inhalt, das in demselben eingeschlossene Bläschen, der Kern, oder das in dem Kerne gelegene Kernchen, kann vor der Hand noch nicht mit Sicherheit ausgemacht werden. So viel aber ist festgestellt, daß die Zellenwand eine sekundäre Bildung um die vorher bestehende Substanzkugel mit ihrem Kerne ist.

Die primitiven Zellen des Embryo, aus welchen in der Folge alle Elementartheile der Gewebe hervorgehen, entstehen also nach den bis jetzt angestellten Untersuchungen überall im Thierreiche durch peripherische Umbildung einer Zellenwand um eine kernhaltige Substanzkugel, und in allen Fällen lassen sich die drei integrirenden Bestandtheile, Kern, Inhalt und Zellenwand, deutlich in diesen primitiven Embryonalzellen unterscheiden. Es fragt sich indeß, ob diese Art der Zellenbildung die einzige sey, und ob nicht sowohl bei Embryonen, als auch bei Erwachsenen bläschenartige Gebilde, welche wir ihrer Lebenserscheinungen wegen mit dem Namen von Zellen belegen müssen, auch in anderer Weise entstehen können.

Als man die große Idee von der primitiven Zellenbildung aller thierischen Gewebe zuerst aufstellte, glaubte man nach den vorhandenen, besonders an Pflanzen angestellten Beobachtungen ein anderes Schema der Zellenbildung geben zu müssen. Von

dem Grundsatze ausgehend, daß gleichartige Dinge auch auf gleiche Weise entstehen müßten, behauptete man die Allgemeinheit dieses Schemas für alle Zellen ohne Ausnahme. Die innere Nothwendigkeit der gleichartigen Entstehungsweise aller Zellen ist indeß damit durchaus noch nicht dargethan, daß man in bläschenartigen Gebilden, welche sehr verschiedener Form, verschiedenen Inhalts und verschiedenen Endschicksals seyn können, Lebenserscheinungen nachweist, welche uns berechtigen, dieselben unter einem gemeinsamen Begriffe, demjenigen der Zelle, zusammenzufassen. Wenn Jemand behaupten wollte, daß alle Thiere auf die gleiche Weise entstehen müßten, so würde man eine solche Ansicht eben einfach mit Hinweisung auf die Erfahrung zurückweisen, die uns mehrfache Entstehungsarten der Thiere kund gibt, und wenn Jemand, um ein näher liegendes Beispiel zu wählen, den Satz aufstellte, daß alle verschiedenen Arten von Fasern, welche sich in den thierischen Geweben finden, auch wirklich in gleicher Weise entstanden seyn müßten, so würde man sich ebenfalls genöthigt sehen, mit Hindeutung auf die Erfahrung ihn zurückzuweisen. Ganz so verhält es sich auch mit den Zellen; wenn wir auch eine gewisse Gruppe von Elementartheilen Zellen nennen und diese Zellen in gewissen Punkten mit einander übereinstimmen, so können dieselben doch in anderen Verhältnissen von einander abweichen, und jetzt schon beweist uns die Erfahrung, daß es Entstehungsweisen von Zellen gibt, welche von der oben beschriebenen in ihrem Mechanismus durchaus verschieden sind.

Nach der von dem Begründer der Zellentheorie zuerst aufgestellten Ansicht sollten sich die Zellen in folgender Weise bilden und vermehren. In der formlosen, körnigen Grundsubstanz, die man an vielen Orten in werdenden Gebilden findet, und welche man Cytoblastem (Zellenbildungsstoff) nannte, sollte ein besonderes Körnchen sich vergrößern und einen Anziehungspunkt, ein Kernchen (Nucleolus) bilden, um welchen herum die Körnchen der Grundsubstanz sich zu einem rundlichen oder linsenförmigen Körper, einem Kerne (Nucleus) gruppirten. Auf der

einen Seite dieses Kernes sollte sich nun eine membranartige Schicht niederschlagen, welche anfangs dem Kerne eng anliege, allmählig wüchse, sich ausdehne und zu einem Bläschen entwickle, an dessen innerer Seite der Kern dann anhängend gefunden werde. Dieses Bläschen, die entstehende Zellenwand, sollte anfänglich etwa in einem Verhältnisse zu dem Kerne stehen wie das Uhrglas zu dem Körper einer Uhr, und erst durch das allmählige Eindringen flüssigen Inhalts sollte dieß Bläschen sich vergrößern und nach und nach die Größe erhalten, welche es in gewöhnlichen Zellen besitzt, wo der Kern nur in unbedeutendem Verhältnisse zu der Zelle steht. Es ist klar, daß bei dieser Annahme der Zellenbildung anfänglich nur flüssiger Inhalt durch Endosmose in das Innere der Zelle gelangen konnte, und in der That hielt man auch die häufig in dem Zelleninhalte befindlichen Körnchen für Produkte spätern Niederschlags.

Die Vermehrung der Zellen sollte durch endogene Zellenbildung vor sich gehen, nämlich in der Weise, daß innerhalb einer Zelle sich neue Kernchen und dann Kerne bildeten, daß diese Kerne auf die oben beschriebene Weise sich zu Zellenmembranen umbildeten, und daß endlich die neu gebildeten Zellen die Mutterzelle, in welcher sie eingeschlossen waren, zersprengten und frei wurden. So achtbare Autoritäten indessen auch für diese Zellenbildung und die beschriebene Art der Vermehrung derselben aufgetreten sind, so lassen sich doch für letztere namentlich keine beweisenden Thatsachen anführen. In den blinden Enden mancher Drüsengänge findet man körnige Gebilde, meist von linsenförmiger Gestalt, welche offenbar freie Kerne sind, deren spätern Entwicklungsgang man im weitern Verfolge des Kanals ansichtig wird. In der That zeigen sich hier Zellen mit wasserhellem Inhalt, die einen verhältnißmäßig sehr großen Kern eng umschließen, während man weiter unten große Zellen mit verhältnißmäßig kleinem Kerne und oft auch feinkörnigem Inhalte sieht. Noch in einigen andern, aber doch sehr seltenen Geweben des Körpers läßt sich ein ähnlicher Entwicklungsgang der Zellen wahrnehmen, der durchaus mit dem oben aufgestellten Schema

übereinkommt. Dagegen hat noch Niemand mit vollkommener Sicherheit die nach demselben vor sich gehende endogene Zellenbildung nachweisen können; denn daraus, daß zuweilen Zellen vorkommen, welche zwei Kerne enthalten, ist wahrlich kein weiterer Schluß zu entnehmen.

In manchen Geweben bilden sich Zellen auf die Weise, daß anfänglich innerhalb einer homogenen Grundsubstanz sich äußerst kleine Bläschen bilden, die sich allmählig vergrößern, die Grundsubstanz verdrängen oder durch Endosmose in sich aufnehmen, und endlich vollkommen polyedrische Gestalt annehmen, wie man sie in dem Pflanzenzellgewebe zu sehen gewohnt ist. In diesen durch allmählige Ausdehnung entstandenen Zellen findet sich meist gar kein Kern, und wenn ein solcher vorhanden ist, so zeigt er sich nur in den ganz ausgebildeten Zellen als kleines, blasses Körperchen.

Es geht überhaupt schon aus dem bisher Gesagten zur Genüge hervor, daß der Kern von sehr wechselnder und verschiedener Beschaffenheit seyn kann. In denjenigen Zellen, welche aus Furchungskugeln hervorgegangen, ist der Kern ein mit wasserheller Flüssigkeit gefülltes Bläschen, in den Zellen des Drüsen- und Knorpelgewebes, so wie in vielen andern Geweben des Körpers von Anfang an ein aus körniger Substanz gebildeter Körper, der sich später freilich in ein Bläschen umwandeln kann, aber gewiß primitiv keine innere Höhlung besitzt. So wie der Kern kein nothwendiges Moment zur Bildung einer Zelle ist, und diese auch ohne Dazwischenkunft eines Kerns entstehen kann, so ist auch seine Existenz keine nothwendige Bedingung für das Leben der Zelle, deren wesentliche Lebenserscheinungen in den Funktionen der umhüllenden Membran, in der Zellenwand beruhen. Man hat behauptet, zum Begriff einer Zelle gehöre nothwendig die Existenz eines Kernes, der stets primitiv ein Bläschen sey, und auf diese Ansicht fußend verwarf man die Beobachtungen, die auf Entstehung und Existenz von Zellen ohne Intervention der Kerne hinwiesen. Das Schematisiren darf indeß in der Naturwissenschaft nie über die Beobachtung hinausgehen,

noch weniger aber sich derselben entgegenstellen, und aus diesem Grunde muß man sich entschieden allen Bestrebungen widersetzen, welche gleichsam nur darauf hinauslaufen, Alles unter einen Hut zu bringen. Sobald thatsächlich nachgewiesen wird, daß an allen Orten, wo man die Existenz von Kernen läugnete, dieselben dennoch vorhanden seyen, so wird man diesen Thatsachen zufolge seine Ansichten von der Nothwendigkeit des Kernes in einer Zelle ändern müssen. Man hat gesagt, die Kerne vieler Zellen seyen zu blaß, als daß man sie sehen könne; man müsse aber, auf Analogie gestützt, die Existenz derselben dennoch annehmen. Die Analogie kann aber, unserer Ansicht nach, wohl zur Entdeckung von Thatsachen führen, sie darf aber denselben nicht substituirt werden und noch weniger denselben widersprechen. Der vorliegende Fall aber (man verzeihe mir die Vergleichung) gleicht er nicht einigermaßen der Geschichte Till Eulenspiegels, welcher behauptete, seine Gemälde könnten nicht von solchen Personen gesehen werden, die unehelich geboren wären? Es darf in den Naturwissenschaften nur die Thatsache existiren, und was der Anatom nicht dem bloßen Auge oder dem bewaffneten zeigen kann, das hat für ihn kein Recht der Existenz.

Wir beobachten in den Zellen eine Menge eigenthümlicher Erscheinungen, welche hauptsächlich der Zellenwand angehören und darauf hinführen, die Zelle gleichsam als einen für sich bestehenden Organismus anzusehen, der ein eigenthümliches Leben hat, welches sich durch Wachsthum in bestimmten Richtungen, durch Veränderungen der im Innern enthaltenen Gebilde, durch Aufnahme und Abgabe gewisser Stoffe, endlich sogar manchmal durch Bewegungserscheinungen und durch einen bestimmten Lebenscyclus kund gibt, in Folge dessen die Zelle entsteht, sich ausbildet, in andere Elementartheile übergeht, oder auch der endlichen Auflösung anheimfällt. Freilich entwickelt sich eine jede Zelle nach dem Typus des Organismus, welchem sie angehört und in Beziehung zu dem Organe, von welchem sie einen Theil ausmacht; allein ihr Leben ist dennoch in manchen Beziehungen unabhängig von der Existenz dieses Organismus, und kann oft

noch eine Zeit lang auch ohne den Zusammenhang mit demselben fortbestehen. Ich weiß kein besseres Bild zur Versinnlichung des Lebens eines aus Zellen zusammengesetzten Organismus, als die Vergleichung mit einem Bienenstocke. Jede Arbeiterbiene ist durch ihren Instinkt, durch die Organisation ihres gesammten Körpers darauf angewiesen, die Honigkuchen nach einer bestimmten Norm zu verfertigen und aufzubauen. Jede derselben ist an ihren Stock gefesselt und baut nur dann in diesem Stocke, wenn ihre Königin darin weilt. Trotz dieser Unterordnung unter das Ganze ist dennoch jede Biene frei, den Honig, das Wachs, kurz alle nöthigen Materialien da zu holen, wo es ihr gefällt, und in solcher Menge herbeizubringen, als sie zweckmäßig findet. In gewisser Weise ähnlich verhalten sich auch die Zellen, welche einen werdenden Organismus bilden. Sie entwickeln sich nach bestimmten Normen, die dem Typus, welchem der Organismus angehört, entsprechen; allein in diesem Streben, in diesem Zusammenwirken zur Bildung des Ganzen führt eine jede Zelle ein mehr oder weniger beschränktes individuelles Leben, das je nach besonderen Verhältnissen modificirt werden kann.

Von wesentlicher Wichtigkeit für das Leben der Zellen sind die Veränderungen, welche wir im Innern derselben erfolgen sehen, die Umwandlungen, welche der Inhalt selbst erfährt; Erscheinungen, die besonders von der Zellenwand auszugehen scheinen. Schon die einfachen endosmotischen Prozesse, welche bei allen thierischen Membranen vorkommen, zeigen sich auch bei den Zellen, die in nicht concentrirten Flüssigkeiten aufschwellen und selbst bersten, in concentrirten dagegen durch Abgabe von Flüssigkeit einschrumpfen und sich runzeln; allein außer diesen Phänomenen kommt der Zellenwand auch noch eine eigenthümliche Einwirkung auf die Flüssigkeiten zu, von denen die Zelle umspült wird. Wir haben schon bei der Betrachtung der Absonderungsthätigkeit die Frage besprochen, ob die in den Drüsengängen vorhandenen Zellen die Sekretionsstoffe in sich erzeugen oder sie nur einfach aus der allgemeinen Ernährungsflüssigkeit

aufnehmen. Wir haben uns für die letztere Annahme erklärt aus dem Grunde, weil man einzelne Sekretionsstoffe im Blute nachweisen kann; zu gleicher Zeit aber zeigten wir, daß diese Anziehungskraft für einzelne Stoffe, welche die Zellenwand besitzt, von der Fähigkeit, diese Stoffe neu zu bilden, nur sehr wenig abstehe. Jede Zelle ist so gleichsam ein specifisches Filtrum für gewisse Stoffe, und zeigt ihre Lebensthätigkeit eben darin, daß sie in einer Auflösung verschiedenartiger Stoffe nur diejenigen anzieht und in sich hinein filtrirt, welche ihrer Natur nach zu der Zellenwand in einem gewissen Verhältniß stehen. So ziehen die Blutkörperchen aus dem Blute allen Blutfarbestoff an sich, die Nierenzellen aus demselben Blute den Harnstoff, die Leberzellen den Gallenfarbstoff — alles Stoffe, welche man im normalen Zustande nur in diesen Zellen findet und die oft nur in unbestimmbarer Menge in dem Blute enthalten sind.

Nicht nur bei dieser Aufnahme besonderer specifischer Stoffe zeigt sich aber die Zellenwand besonders interessirt, sondern auch bei manchen anderen Erscheinungen. So geht die allmählige Verflüssigung des Inhaltes bei den mit grobkörnigem Gehalte versehenen Zellen stets von der Zellenwand aus; die Körner verschwinden zuerst in der Nähe derselben, so daß platte Zellen wie ein Ring aussehen, der mit einem hellen Rande umgeben ist, und zuletzt erst lösen sich diejenigen Körner auf, welche den Kern umgaben. Der Niederschlag von körnigen Massen in Zellen mit anfänglich flüssigem Inhalt geht den umgekehrten Weg; zuerst sammeln sich die Körner um den Kern und allmählig nur nähern sie sich der Peripherie. Oft verdicken sich die Zellen in der Art, daß sich allmählig neue Schichten an die Zellenwand anlegen; die Zellenwand selbst leistet mit dem Alter größeren Widerstand gegen chemische Reagentien, löst sich schwerer in Essigsäure z. B. auf. Alle diese Thatsachen beweisen, daß die Zellenmembran in den Lebenserscheinungen der Zellen die bedeutendste Rolle spielt und daß sie besonders der Sitz derselben ist.

In gewissen Zellen erreicht die Zellenwand den höchsten

Grad der Ausbildung, indem sie wirklich Contraktilität erhält und bewegungsfähig wird. Die Wimpern der Flimmerzellen sind nur Ausfaserungen der Zellenwand, welche beweglich werden. Die Unabhängigkeit solcher Wimperzellen kann so weit gehen, daß sie förmlich sich losreißen und frei umher bewegen, wie man dieß namentlich bei den Wimperzellen von Schneckenembryonen beobachtet hat. Von dieser freien Beweglichkeit der Wimperzellen zu der gänzlichen Befreiung der Zellen ist nur ein Schritt, der in der That in der Natur auch gethan scheint. Schon die obenerwähnten losgerissenen Wimperzellen gleichen so vollkommen manchen Infusorien, daß ihr Entdecker sie wirklich als Thiere betrachten wollte. Die neueren Untersuchungen haben nun gelehrt, daß es in der That manche niedere Thiere gibt, welche nur von einer einzigen Zelle gebildet werden, so daß die Zelle also nicht nur Bewegung, sondern auch Empfindung besitzt. Viele sogenannte polygastrische Infusorien sind Zeitlebens nichts anderes als eine einfache thierische Zelle, mit Empfindung und Bewegung begabt. Andere Thiere sind nur während einer gewissen Zeit auf dieser Stufe der Bildung, über die sie sich später hinausschwingen. So sind die meisten sogenannten beweglichen Keimschläuche, deren wir oben bei der Ammenzeugung gedachten, nur einfache thierische Zellen mit Empfindung und Bewegung, welche in ihrem Innern die Brut der Jungen erzeugen. Diesen Keimschläuchen ähnlich sind die sogenannten Gregorinen, eigenthümliche Schmarotzer, welche nur einzellige Uebergangsformen höher gebildeter Schmarotzer sind. Das Ei endlich ist in seinem ursprünglichen Zustande ebenfalls nichts anderes als eine Zelle; der Keimstock das Kernchen, das Keimbläschen der Kern, der Dotter der Inhalt, die Dotterhaut die Zellenwand. Es zeigt sich aber in diesen Verhältnissen, die wir nur andeuten können, wieder recht deutlich die allmählige Unterordnung der Zelle unter das Ganze des Organismus. Bei den niedersten Thieren ist die Zelle selbst der Gesammtorganismus; eine Stufe höher bildet die Zelle den Organismus nur während einer Uebergangsperiode, besitzt aber auch dann noch alle animalischen

Funktionen, Empfindung und Bewegung; noch weiter aber ist der Organismus ursprünglich eine unbewegte Zelle, dann ein Zellenhaufen, dessen einzelne Glieder sich trennen, Bewegung erhalten und eine Zeit lang ein eigenes Leben führen können; endlich bei den höchsten Thieren wird die Eizelle nicht beweglich, aus dem späteren Zellenhaufen können sich die einzelnen Elemente nicht loslösen, um ein selbstständiges Leben während einiger Zeit zu führen, und die Bewegung wird nur einzelnen bestimmten Zellen zuertheilt, während die meisten durch Metamorphosen ihrer ursprünglichen Natur entfremdet und in andere Gewebtheile übergeführt werden, die mehr noch als die einfache Zelle, von dem Organismus im Ganzen abhängig sind.

Diese Umwandlungen der Zellen im Einzelnen zu verfolgen, würde uns hier zu weit führen. Es kommen dieselben zu Stande theils durch einseitiges Auswachsen nach verschieden Richtungen, wodurch geschwänzte, birnförmige, spindelförmige, cylindrische Gestalten erzeugt werden, die endlich in solide Fasern sich spalten oder auch durch Aneinanderwachsen in Röhren sich umwandeln; theils auch durch innere Anlagerung von Schichten und Fasern, und theils wieder durch Aufnahme verschiedener Stoffe, Auflösung der Wände, der Kerne und dergleichen mehr. Alle diese Verwandlungen bieten einen großen Reichthum an Erscheinungen dar; sie sind in jedem Gewebe anders und ich müßte die mikroskopische Anatomie sämmtlicher einzelner Organe und die Entstehungsgeschichte der einzelnen Gewebtheile darstellen, wenn ich alle diese Metamorphosen näher berühren wollte, die im Ganzen darauf hinauslaufen, die selbstständigen Lebenserscheinungen, welche die Zelle zeigte, zu vernichten und dieselbe ganz dem allgemeinen Leben des Organismus unterzuordnen.

Mit dieser Vernichtung des speciellen Zellenlebens im Organismus gewinnen aber die außerhalb der Zelle befindlichen Stoffe eine größere Bedeutung. Die Zellen sind, bei den Thieren sowohl wie bei den Pflanzen, durch eine formlose, bei ersteren mehr flüssige Substanz mit einander verbunden, die sogenannte Intercellularsubstanz, welche dann mit dem Cytoblasteme

gleichbedeutend wird, wenn in ihr Zellen entstehen. Bei den Pflanzen spielen ferner die Intercellularräume eine große Rolle, leere Räume, welche sich zwischen den einzelnen Zellen hinziehen und meist mit circulirendem Safte gefüllt sind. Diese Substanzen und Räume zwischen den Zellen bekommen bei den Thieren erst dann ihre Wichtigkeit, wenn die Zellennatur der Gewebe durch die späteren Metamorphosen zu schwinden beginnt. Die Blutgefäße nämlich, die Drüsengänge ohne Ausnahme, sind ihrer Entstehung nach nur Intercellularräume, entstanden durch das Auseinanderweichen ursprünglich compakter Zellenmassen, und das Blut, wie die verschiedenen Sekretionsflüssigkeiten sind, ihrem Ursprunge nach, nur flüssige Intercellularsubstanz. Wir werden bei der Bildung der Blutgefäße, bei der Entstehung der Drüsengänge näher hierauf eingehen und namentlich sehen, daß die Cirkulation des Blutes erst dann in ihre, für den Körper so wichtige Stelle eintritt, wenn die ursprüngliche Zellenstruktur des Embryo untergeht, und daß die Anlagen der Organe ganz ohne Intervention der Cirkulation sich aus Zellen aufbauen, welchen in der ersten Zeit alle Funktionen zukommen, die später durch die Blutflüssigkeit vermittelt werden.

Einundzwanzigster Brief.

Das Ei und seine Hüllen in der Gebärmutter.

Wir haben in dem vorigen Briefe das Ei bis zu dem Augenblicke verfolgt, wo die Furchungskugeln, auf ihren kleinsten Durchmesser reducirt, sich mit Membranen umgaben und so als wirkliche Zellen hinstellten. Die Dottermasse im Ganzen hat in diesem Momente, wo das Ei in den Uterus eintritt, ihre ursprüngliche kugliche Gestalt wieder gewonnen, und nur die warzenartigen Erhöhungen auf der Oberfläche deuten bei dem unverletzten Eie darauf hin, daß der Dotter auf diesem letzten Stadium der Furchung noch aus kuglichen Elementen zusammengesetzt sey. Sobald die Furchungskugeln sich einmal in Zellen umgewandelt haben, so treten bald die Funktionen der Zellenwände auf, wodurch die äußere Struktur der Zellen und die Natur ihres Inhaltes verändert wird. Die Zellen der Säugethiereier drängen mehr und mehr nach der Peripherie, während im Innern Flüssigkeit sich ansammelt und das Ei durch Einsaugung von außen an Umfang zunimmt. Die Zellen haften zugleich durch ihre Oberfläche fester an einander, wie wenn sie mittelst einer lebenden Intercellularsubstanz an einanderr geleimt wären. Sie zerfallen nicht mehr bei dem Oeffnen des Eies, wie früher die Furchungskugeln, sondern bilden nur eine zusammenhängende, hautartige Ausbreitung, in welcher sie sich durch den gegenseitigen Druck abplatten und sechseckige Gestalten annehmen, so daß eine solche Zellenlage, von der Fläche aus gesehen, etwa das Ansehen

eines alten Fensters bietet, in welchem kleine sechseckige Scheiben durch Bleistäbe miteinander verbunden sind. Dieses Hindrängen der Zellen nach der Peripherie erreicht seinen endlichen Gipfelpunkt in der Bildung der erwähnten hautartigen Ausbreitung, welche der inneren Fläche der Zona hart anliegt und aus den schönsten sechseckigen plattgedrückten Pflasterzellen besteht, die man sehen kann. Jede dieser Zellen hat einen centralen hellen Kern, das ursprüngliche helle Bläschen der Furchungskugel. Der körnige Inhalt ist anfangs gleichmäßig in der Zelle vertheilt, bald aber beginnt die allmählige Auffsaugung dieser dunkleren Körnchen von der Zellenwand her, und da die Zelle selbst abgeplattet ist, so zeigen sich die am längsten persistirenden Körner in Gestalt eines Ringes körniger Substanz, welcher um den hellen Kern gruppirt ist.

Während diese Veränderungen in den Zellen selbst vorgehen, hat sich das Ei durch Aufnahme von Flüssigkeit in das Innere mehr und mehr vergrößert und die Zona selbst in bedeutendem Grade ausgedehnt. Wenn die Zona anfangs unter dem Mikroskope als ein verhältnißmäßig sehr dicker, glänzender Ring erschien, der sich um die Dotterkugel legte, so zeigt sie sich jetzt, wo das Ei in dem Uterus befindlich ist, als eine zarte Membran, die so dünn ist, daß sie keine doppelten Contouren mehr bemerken läßt. Durch diese allmählige Ausdehnung der Zona, welche sich während des Furchungsprocesses ausbildete, durch die Umwandlung der Furchungskugeln in Zellen und die Anlagerung dieser Zellen zu einer continuirlichen peripherischen Schicht, zu einem Hautsacke, welcher eine helle Flüssigkeit einschließt, hat das Ei in dem Uterus ein durchaus verändertes Ansehen bekommen. Es ist fast durchsichtig, von der Größe eines Stecknadelkopfes und aus zwei dünnen in einander geschachtelten Membranen zusammengesetzt, von welchen die äußere, strukturlose, die sehr verdünnte Zona darstellt, während die innere aus den zusammengebackenen Zellen besteht. Wir nennen diese innere aus Zellen zusammengesetzte Membran die Keimblase oder noch besser, um Verwechslung mit den Keimbläschen zu verhüten, die

Keimhaut, indem in dieser Zellenausbreitung die ersten Embryonalbildungen sich entwickeln.

Von Anfang an, sobald einmal die Keimhaut in der ganzen Peripherie des Eies gebildet ist, erkennt man, daß nicht alle Zellen zur Bildung derselben verwendet wurden, sondern daß an einem gewissen Orte noch Material in dunklen Zellen angehäuft ist, welches einen rundlichen unbestimmt begränzten Haufen an der inneren Wand der Keimhaut bildet. Während in den abgeplatteten Zellen der Keimhaut die dunklen Körnchen bis auf eine Ringschicht um den Kern verschwunden sind, so zeigen sich in dieser Anhäufung die Zellen noch in ihrer ursprünglichen Form als rundliche Blasen, die mit körniger Masse durchaus angefüllt sind, so daß sie noch den ursprünglichen Furchungskugeln in jeder Beziehung weit mehr gleichen, als die hellgewordenen abgeplatteten Zellen der Keimhaut. Die erwähnte Zellenanhäufung, die wir fortan den Fruchthof nennen werden, ist die Bildungsstätte des zukünftigen Embryo. Sie ist der Mittelpunkt, von welchem aus die Bildung des neuen Wesens fortschreitet, und die dort angehäuften Zellen sind das Material, aus welchem die ersten Formgestaltungen des Embryo sich aufbauen. Alle Neubildungen, welche wir in dem Folgenden beschreiben werden, und aus deren fortschreitender Aufeinanderfolge der Embryo sich zusammensetzt, beginnen zuerst im Fruchthofe, und viele sogar überschreiten denselben nie. Die sonstige, von dem Dotter übrig gebliebene Flüssigkeit, welche innerhalb der Keimblase abgelagert ist und eine gelatinöse dickliche Beschaffenheit zeigt, ist wie es scheint nur dazu bestimmt, bei dem Aufbaue des Zellenmaterials hülfreiche Hand zu leisten. Sie wird allmählig bis auf einen kleinen Rest aufgesaugt, während dem sich stets neue Zellenschichten zur Bildung der Organe in dem Fruchthofe ablagern.

Diese successive Anlagerung, dieses Wuchern der Zellenmassen, welche den Körper des Embryo zusammensetzen sollen, zeigt offenbar eine fortschreitende Ausbildung von Innen nach Außen. Die peripherischen Zellen sind stets in ihrem Ganzen

weit mehr vorangeschritten, als die nach innen gegen das Centrum des Eies gelegenen, und man kann im Durchschnitt behaupten, daß in der ganzen embryonalen Entwicklung ein Organ oder eine Zellenschicht um so weiter fortgeschritten sey, je näher nach der Peripherie zu sich dieselbe befinde. Betrachtet man diese Tendenz in Bezug auf das Ei in seinem Ganzen, so ergäbe sich daraus das Fortschreiten der bildenden Kraft von außen nach innen, von der Peripherie nach dem Centrum hin. Allein es ist wohl zu bedenken, daß überhaupt die embryonalen Bildungen ihren Mittelpunkt nicht in dem Innern des Eies, sondern an der Stelle finden, wo das Keimbläschen im unbefruchteten Eie eingebettet lag. Diese Stelle ist der Mittelpunkt, von welchem aus die embryonalen Bildungen nach allen Richtungen hin fortschreiten, sowohl gegen das Centrum des Eies hin, als auch strahlenförmig nach allen Richtungen auf der Oberfläche der Keimhautblase. Nicht mit Unrecht kann man deßhalb den Embryo einem parasitischen Wesen vergleichen, dessen Keim an einer gewissen Stelle in das Ei eingebracht wurde, und der sich nun von dieser Stelle aus nach allen Seiten hin wuchernd über das Ei ausbreitet, dasselbe in seinem kräftigen Wachsthume umschlingt und allmählig ganz in sich aufnimmt.

Die erste Bildung, welche man in der dunklen Zellenanhäufung des Fruchthofes unterscheiden kann, ist eine Spaltung desselben in zwei concentrisch übereinander liegende Zellenanhäufungen. Der Fruchthof besteht alsdann aus einer doppelten Lage von Zellen. Die äußere dieser Lagen, welche die dickere ist, geht an den Rändern unmittelbar in die polyedrischen, abgeplatteten Zellen der Keimhaut über, so daß diese letztere, die in der ganzen Peripherie des Eies aus einer einfachen Zellenlage besteht, in dem Fruchthofe gleichsam schildförmig verdickt erscheint. Die innere Lage von Zellen läßt sich anfangs nur an dem Fruchthofe unterscheiden, bald aber dehnt sie sich aus, wuchert unter der äußeren Keimhautlage fort und überzieht allmählig das ganze Ei, bis sie an dem dem Fruchthofe gegenüber liegenden Pole sich zu einer sackförmigen Blase zusammenschließt.

Die Zellen dieser inneren Lage sind dunkler, körniger, als die der äußern, und ihre Gränze läßt sich sonach ziemlich leicht unterscheiden. Man hat Eier beobachtet, in welchen diese innere Zellenlage nur ein Drittel oder die Hälfte der Kugel bedeckte, während sie an andern Eiern dieselbe gänzlich umschloß. Sobald diese Umschließung beendigt ist, findet sich demnach die Keimhaut aus zwei ineinander geschachtelten Säcken zusammengesetzt. Man hat diese Säcke unter dem Namen der Keimblätter bezeichnet, und zwar hat man das äußere Blatt das animale oder seröse Blatt, das innere das vegetative oder Schleimblatt genannt. Das Ei besteht sonach, sobald die Bildung dieser beiden Blätter vollendet ist, aus einer inneren klaren, zähen Dotterflüssigkeit, welche von drei concentrischen Säcken in Kugelgestalt eingeschlossen wird. Der äußerste dieser Säcke ist eine strukturlose feine Membran, die übermäßig ausgedehnte Zona. Die beiden innern Säcke, die Keimblätter, sind aus Zellenlagen gebildet, welche beide an der Stelle des Fruchthofes verdickt sind, und diese beiden nur sind es, welche an der Bildung des Embryo Antheil nehmen.

Die Entwicklungsgeschichte des Embryo hat erst in der neuern Zeit mit dem Anfange unseres Jahrhunderts diejenige Anerkennung gefunden, welche ihr gebührt. Da man im Anfange die Schwierigkeiten, welche sich der Untersuchung des Säugethiereies entgegenstellen, nicht gehörig zu überwinden verstand, so wählte man das Ei des Vogels und namentlich des Huhns zu den Beobachtungen, weil man durch zweckmäßige Bebrütung sich stets Eier in einem gewissen Stadium der Entwicklung verschaffen konnte. Auch hier erkannte man die Anlage der Keimhaut und ihre Bildung aus mehreren Blättern, und da man zugleich bemerkte, daß jedes dieser Blätter eine besondere Gruppe von Organen des embryonalen Leibes aus sich entwickelte, so stellte man für die einzelnen Blätter allgemeine Schemata auf und behandelte die Entwicklungsgeschichte der Embryonen nach dieser schematischen Grundabtheilung. Die Beobachtung, die seither von allen vorurtheilsfreien Forschern bestätigt wurde, hatte

gelehrt, daß die Keimanlage aus zwei Blättern, einem oberen und einem unteren, bestehe. Man überzeugte sich, daß der hauptsächliche Herd der ersten Blutbildung, wie wir später sehen werden, zwischen diesen beiden Blättern sich befinde, und man nahm deßhalb an, daß noch ein drittes Blatt, das Gefäßblatt, zwischen dem serösen und dem Schleimblatt sich entwickle und seinen Antheil an der Bildung des Embryo nehme. Aus dem serösen Blatte, sagte man, entwickelten sich die sämmtlichen Organe des animalen Systems, Gehirn und Rückenmark, Skelett, Muskeln und Haut; aus dem Gefäßblatte das Herz mit den Gefäßen und dem Blute; aus dem Schleimblatte endlich alle vegetativen Organe, nämlich der Darmkanal mit seinen drüsigen Anhängen, den Lungen, der Leber u. s. w.

Um das Verhältniß dieser einzelnen Blätter zu der Lagerung der Organe sich näher zu veranschaulichen, so stelle man sich einen Augenblick vor, der Körper des Menschen sey von dem Munde an bis zu der Schambeinfuge durch einen senkrechten, in der Mittellinie geführten Schnitt aufgeschlitzt, und die Höhlen der Brust und des Unterleibes auf diese Weise geöffnet worden. Man stelle sich vor, als sey so mit einem menschlichen Leichnam verfahren worden, wie man einem geschlachteten Thiere den ganzen Leib aufbricht, um die Eingeweide herauszunehmen. Zur Vervollständigung des Bildes endlich nehme man an, daß der so behandelte Leichnam mit der aufgeschnittenen Bauchfläche über eine Kugel hinübergespannt sey, welche von den aufgeschnittenen Wänden der Brust und des Bauches zum Theil umfaßt wird. In welcher Lagerung werden sich nun nach solcher Behandlung des menschlichen Körpers die einzelnen Theile zeigen?

Als äußere Theile werden sich zu erkennen geben der Rückgrat mit dem Kopfe, mit den Gliedern, mit den Muskelmassen und Knochen, welche den Stamm zusammensetzen. Gehirn und Rückenmark erscheinen als die äußersten Organe, nur überdeckt von der Haut, von den Muskeln und den Knochen, welche ihnen zur Umhüllung dienen. Unmittelbar unter dem Rückenmark nach innen gegen die Kugel zu krümmt sich die Wirbelsäule um diese

herum, und als seitliche Ausstrahlungen dieser gekrümmten Axe zeigen sich die Glieder, Arme und Beine. Alle diese Organe entsprechen dem peripherischen Blatte der Keimhaut; sie entstehen aus diesem animalen oder serösen Blatte und zeigen deßhalb auch eine äußerliche Lage, sobald man eben den Leib des Erwachsenen in diejenige Lage bringt, welche der Lage des Embryo im Verhältniß zu dem Dotter entspricht. Zwischen den erwähnten Organen und der Kugel, auf welcher wir den Leib ausbreiteten, befinden sich nun die Eingeweide, welche die Höhlen der Brust und des Bauches erfüllen, nach vornhin das Herz in unmittelbarer Berührung der Kugel, und über ihm die Lungen, Luft- und Speiseröhre, weiter nach hinten hin der Darm mit seinen Drüsen, und darüber zunächst an der Wirbelsäule die Harnorgane und die innern keimbereitenden Organe des Geschlechtssystems. Alle diese Eingeweide sind zwischen den animalen Organen und der Kugel ausgebreitet. Sie bilden eine Schicht, die im Verhältniß zu den animalen Organen eine innere Schicht ist und somit dem Schleimblatte der Keimhaut entspricht. Man spaltete, den Schematismus allzuweit treibend, diese Schicht von Organen noch in zwei besondere Blätter, indem man das Herz und die Harn- und Geschlechtsorgane mit den längs der Wirbelsäule laufenden großen Gefäßstämmen dem Gefäßblatte, die übrigen Organe dem Schleimblatte zuwies.

Die Präparation und Lagerung des Körpers, welche wir bisher beschrieben, sollte jeder meiner Leser sich wohl veranschaulichen und in das Gedächtniß prägen, da sie ein Bild der embryonalen Lagerung gibt und stets die verschiedenen Verhältnisse klar machen hilft, welche bei der successiven Entwicklung der Organe auftreten. Die Kugel, über welche wir uns den Leib gespannt dachten, soll den Dotter repräsentiren. Die Embryonen aller Wirbelthiere ohne Ausnahme sind mit der Bauchfläche um den Dotter herum gekrümmt, während die Rückenfläche in Beziehung zu der Dotterkugel eine peripherische Lagerung hat. Der Embryo der Wirbelthiere wächst also mit seiner Bauchfläche um den Dotter herum, und je nach der Verschiedenheit der

Verhältnisse wird die Dotterkugel bald ganz von den Bauchwandungen umschlossen, bald nur theilweise, und der Rest in Form einer Blase von dem Organismus gleichsam abgezwackt, um als Dottersack außerhalb der Leibeswand liegen zu bleiben. Diese Lagerung des Embryo im Verhältnisse zum Dotter ist nicht dieselbe bei allen Thieren. Bei den Insekten z. B. krümmt sich der Embryo mit der Rückenfläche um den Dotter, und die Bauchfläche ist im Verhältniß zu diesem peripherisch gelagert.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zu den Blättern der Keimhaut zurück, so sehen wir, daß in der neuern Zeit allerdings die Existenz zweier getrennter Keimblätter sich vollkommen bestätigte, während diejenige eines besonderen getrennten Gefäßblattes sich nicht vollkommen nachweisen ließ. Selbst da, wo man dieses letztere darstellen konnte, hatte es nur geringe Ausdehnung, beschränkte Dauer, und erwies sich mehr als eine von dem Schleimblatte abhängige Blutbildungsstätte. Die schematischen Uebertreibungen, womit man diese getrennten Lagen organischer Zellen, diese Keimblätter, zur Bildung der Organe benutzte, schadeten selbst der Annahme derjenigen Thatsachen, auf welchen die weit ausgesponnenen Theorien beruhten. Man behandelte diese Blätter, statt ihre Masse nach verschiedenen Richtungen hin wachsen, hie und dort durch neue Zellenanhäufungen sich vergrößern zu lassen, fast wie Tücher oder Teppiche, die man auf verschiedene Weise faltete, dehnte und zerrte, um dort eine Drüse, hier eine Röhre, an einem andern Orte eine hautartige Umhüllung hervorgehen zu lassen. Solche Uebertreibungen sind bei fortgesetzten Untersuchungen unserer Zeit fremd geworden, und wir erkennen jetzt in den beiden Keimblättern flächenartig ausgebreitete Zellenanhäufungen, welche einerseits die Gruppe der animalen, andrerseits diejenige der vegetativen Organe in sich repräsentiren. Diese Organe aber bilden sich aus durch Wachsthum an bestimmten Orten, durch Anhäufung verschiedenartig thätiger Zellen, welche allmählig die Elementartheile so aus sich herausbilden, wie es die Struktur und Gestalt der betreffenden speziellen Organe erheischt. Wenn wir aber dieß rege

Zellenleben in dem Fruchthofe und der Keimhaut nicht verkennen, so gehen wir damit nicht so weit, die Theilung der Keimhaut in Blätter zu läugnen; Eines schließt das Andere nicht aus und die Theilung der Keimhaut ist jetzt so evident, so unwiderleglich bewiesen, daß ein Läugnen derselben aus theoretischen Gründen eine wahre Absurdität in sich schließt.

Das Ei der Säugethiere befindet sich schon in dem Uterus, sobald die oben beschriebenen Veränderungen damit vorgehen. Es beginnt nun die Einleitung zu einer genaueren Verbindung mit der Gebärmutter selbst, und zwar in der Weise, daß sich auf der äußeren Fläche der so sehr verdünnten Zona eigenthümliche Zotten bilden, welche in die Zotten eingreifen, die an der Schleimhaut des Uterus im normalen Zustande erblickt werden. Man kann sich diese Verbindung etwa so vorstellen, daß die auf der Zona entwickelten Zotten mit denjenigen des Uterus etwa wie Sägezähne oder wie die Finger zweier ineinanderverschobener Hände ineineinandergreifen und durch klebende Substanz miteinander verbunden sind. Anfangs ist die ganze Oberfläche der Zona mit solchen Zöttchen besetzt, die aber allmählig je nach den verschiedenen Thiergattungen an verschiedenen Stellen bei der zunehmenden Ausdehnung des Eies weiter von einander rücken und verschwinden, während sie an anderen Stellen sich häufen, auswachsen und in innigere Verbindung mit dem Uterus treten. Durch die Gefäße, welche sich in ihnen entwickeln, werden diese Zotten die wahren Ernährungsorgane des Fötus. Bei dem Menschen bleiben sie nur an einer bestimmten, meist mehr oder minder elliptischen Stelle des Eies stehen, und bilden hier durch Verwachsung mit den vom Uterus ausgehenden Zotten ein festes kuchenartiges Gebilde, den Mutterkuchen, die Placenta oder Nachgeburt. Aus diesem Mutterkuchen entspringen einerseits die Blutgefäße, welche dem Embryo Nährstoffe zuführen und andererseits finden sich in diesem Gebilde die Endmaschen der Uteringefäße, aus welchen der Fötus seine Nahrung zieht. Wir werden in der Folge dieß wichtige Gebilde noch näher betrachten, machen aber aufmerksam, daß es eben aus den Zotten

entsteht, deren erste Anfänge auf der Zona überall herumzerstreut sich finden.

Der menschliche Uterus bereitet sich zum Empfange des Eies noch auf eine eigenthümliche Weise vor, welche sich in der Thierwelt nur bei den Affen, wie es scheint, wiederfindet. Es bildet sich nämlich in der innern Höhle der Gebärmutter eine eigenthümliche Haut von flockigem Aussehen, welche man unter dem Namen der hinfälligen Haut oder der Decidua bezeichnet. Diese Haut kleidet die Höhle der Gebärmutter wie ein Sack von allen Seiten aus und überzieht ebenfalls alle Oeffnungen derselben in der Art, daß das Eichen beim Eintritte nicht in die Höhle des Sackes selbst gelangen kann, sondern auf der äußern, der inneren Wand der Gebärmutter zugekehrten Fläche der hinfälligen Haut bleiben muß. Man hat vielfach über die Struktur und Anordnung dieser hinfälligen Haut gestritten, scheint aber endlich in unserer Zeit sich dahin vereinigt zu haben, daß man dieselbe für die innere Schleimhautschicht des Uterus hält, welche mit entzündlich plastischer Masse sich verbindet, die ihr eigenthümlichen Drüsen stärker entwickelt und dadurch jenes weiche netzförmige Aussehen erhält, welches der hinfälligen Haut zukommt. Die Decidua ist auf ihrer äußeren, den Uteruswänden zugekehrten Fläche stets glatt, während ihre innere Fläche zottig und rauh erscheint. Bei genauerer Untersuchung entdeckt man in ihr zahlreiche zarte Blutgefäße und längliche meist cylindrische Schläuche, die sich auf ihrer Oberfläche in die innere Höhlung öffnen. Offenbar sind diese Schläuche nichts anderes als die sehr entwickelten Drüsenschläuche, welche sich in der innern Haut des Uterus befinden, bei der nicht schwangeren Gebärmutter aber so klein und unausgebildet sind, daß sich ihre Existenz bei den meisten Thieren kaum mit Bestimmtheit nachweisen läßt.

Die Bildung der Decidua beginnt und vollendet sich in dem Uterus, auch in denjenigen abnormen Fällen, wo das befruchtete Ei nicht bis in die Höhle der Gebärmutter gelangt. Man kennt Fälle, wo das Ei nicht von dem Eileiter aufgenommen wurde,

sondern befruchtet in die Bauchhöhle fiel und dort sich entwickelte (sogenannte Bauchschwangerschaften); andere, wo das Ei im Eileiter zurückblieb und sich in diesem ausbildete, ohne bis in den Uterus vorzurücken; in allen diesen Fällen fand man dennoch eine hinfällige Haut in der Höhle des Uterus. Diese ist das Produkt des entzündlichen Zustandes, in welchen die Gebärmutter durch die Befruchtung versetzt wird; sie ist eine selbstständige Bildung des Uterus, und das Eichen findet bei seiner Ankunft in der Höhle desselben vor der Oeffnung des Eileiters die dort ausgebildete hinfällige Haut, in welche es sich gleichsam einsät, wie ein Samenkern in aufgelockertes Erdreich. Das Eichen ist bei der Ankunft in dem Uterus noch außerordentlich klein, indem es, wie wir oben sahen, kaum die Größe eines kleinen Stecknadelkopfes besitzt. Es kann also bei seinem Eintritte in den Uterus wohl schwerlich einen bedeutenden mechanischen Eindruck auf die hinfällige Haut ausüben. Diese verhält sich zu dem Eichen, das allmählig wächst und größer wird, ganz so, wie die serösen Membranen überhaupt sich zu den Organen verhalten, welche sie umhüllen. Das Eichen bei seiner Vergrößerung nämlich stülpt diejenige Partie der hinfälligen Haut, mit welcher es in Berührung kommt, vor sich hin gegen die Höhle des Uterus ein, und indem es nach und nach die ganze Höhle der Gebärmutter ausfüllt, treibt es diese umgestülpte Partie gegen die gegenüberliegende Wand der Gebärmutter zurück. Die hinfällige Haut hat also dann etwa die Anordnung einer baumwollenen Mütze, welche man vollständig in sich selbst eingestülpt hat und die in ähnlicher Weise einen Theil des Kopfes umgibt, wie die hinfällige Haut einen Theil des Eies. Es tritt indeß die Decidua in weiter keine bestimmte Beziehung zu dem Eie und dem Embryo, und wir können deßhalb dieselbe fernerhin gänzlich außer Acht lassen, so wie wir uns auch mit den verschiedenen Abtheilungen derselben, die durch die Einsaat des Eies entstehen, nicht ferner beschäftigen.

Das Ei, welches in dem Zeitraume wo die Keimhaut sich bildet, sicherlich auch beim Menschen nicht größer ist, als ein

mäßiger Stecknadelkopf, wächst in den ersten Zeiträumen seines Aufenthaltes in der Gebärmutter noch hauptsächlich durch Endosmose, durch Einsaugung der Flüssigkeit, welche in seinem Umkreise durch die entzündliche Aufregung der Geschlechtstheile ergossen ist. In den spätern Zeiten aber genügt diese Einsaugung nicht mehr, sondern es wird eine organische Verbindung eingeleitet zwischen dem Ei und der Gebärmutter mittelst der Zotten beider Organe, in welche sich später Gefäße hineinbilden. Da wir beabsichtigen, im Laufe dieses Briefes noch eine kurze Uebersicht der Entwicklung des Eies im Allgemeinen zu geben, so wird es nöthig seyn, auf die Bildung des Fruchtkuchens und die Funktion dieses Gebildes etwas näher einzugehen.

Wir sahen oben, daß die Zotten, welche auf der äußern Oberfläche des Eies sich entwickeln, zwischen diejenigen der Uterinschleimhaut eingreifen, und zwar daß sie bei dem menschlichen Eie nur an einer beschränkten Stelle diese organische Verbindung eingehen. An dieser Stelle ist also anfänglich nur die äußerere Hülle des Eies, die ursprüngliche Zona, welche man jetzt, nachdem sich die Zellen entwickelt haben, das Chorion nennt, an den Uterus befestigt, während die innerhalb des Chorions befindliche Keimhaut durchaus von aller organischen Verbindung mit dem Uterus ledig ist. Nach und nach, während der Embryo sich in später zu beschreibender Weise entwickelt, löst sich eine Schicht von Zellen in hautartiger Ausbreitung auf der ganzen Fläche der Keimhaut los, verwächst mit der Zona überall und bildet zugleich in höchst merkwürdiger Weise einen ringsgeschlossenen Sack um den Embryo. Dieser Sack, auf dessen Bildung wir später näher eingehen werden, füllt sich mit Flüssigkeit und wird das Amnios oder die Schafhaut genannt. Das äußere Blatt der Keimhaut aber, welches sich eng an die Zona anlegte und sich von der übrigen Dotterkugel entfernte, verwächst vollständig mit der Zona, so daß es mit dieser gemeinsam nur eine einzige dünne Haut darstellt, auf welcher außen die Zotten ansitzen. Bei denjenigen Säugethieren, in deren Eileiter das Ei eine Schicht von Eiweiß umgebildet erhält,

verwächst auch dieses mit der Zona, so daß demnach die Zottenhaut, welche das Chorion heißt, aus der Verwachsung des Eiweißes, der Zona und einer von der Keimhaut gelieferten Zellenschicht hervorgegangen ist. Dieser äußere *Eisack*, das *Chorion*, die *Zottenhaut* oder *Eihaut* (denn alle diese und noch mehr verschiedene Namen trägt diese Haut) ist demnach seiner Entstehung nach ein sehr complicirtes Gebilde, indem ein Theil des unsprünglichen Eies, die Zona, ein von dem mütterlichen Organismus umgebildeter Stoff, das Eiweiß und endlich eine von der Embryonalanlage herkommende Zellenschicht Antheil an seiner Zusammensetzung nehmen. Die Zotten selbst entstehen aus dem Ansatze eigenthümlicher Molekule, welche auf der äußeren Fläche des Chorions sich niederschlagen. Bei ihrer Bildung scheint die Zellenvegetation keine Rolle zu spielen.

Der Embryo bedarf zu seiner weitern Ausbildung der Zufuhr von Stoffen von der Mutter, und um diese Zufuhr zu bewerkstelligen, bildet sich aus seinem hinteren Theile eine anfänglich doppelte, dann einfache Blase hervor, welche äußerst gefäßreich ist und gegen die Stelle hin vorwächst, wo die Zotten des Chorion zwischen diejenigen der Gebärmutter sich hineingebildet haben. Diese gefäßreiche Blase, die *Allantois*, der *Harnsack* oder die *Harnhaut* genannt, enthält zwei Arterien, welche Blut aus dem Gefäßsysteme des Embryo erhalten. Die Nabelarterien verzweigen und verästeln sich auf der Oberfläche der Harnhaut und sammeln sich endlich wieder in eine oder zwei *Nabelvenen*, welche das Blut in die Hohlvene des Embryo zurückführen. Sobald der Harnsack die Zotten des Chorions erreicht hat, so legt er sich an diese an, und nun bilden sich Büschel von Haargefäßen in die einzelnen Zotten hinein. Jede Zotte bildet so gleichsam eine vielfach in sich gewundene Schlinge von Capillargefäßen, durch welche das Blut durchgeht, um aus den Nabelarterien in die Nabelvenen zu gelangen.

Während diese Gefäßschlingen von dem Embryo her sich in die Zotten des Chorions hineinbilden, hat sich auch von Seiten des Uterus das Gefäßsystem bedeutend entwickelt und in die von

der Uterinschleimhaut ausgehenden Zotten hineingebildet. Hier indeß scheint sich die Ausbildung der Gefäßkanäle in einigermaßen verschiedener Weise zu gestalten. Die Arterien der Gebärmutter verästeln sich freilich, wie gewöhnlich, in stets feinere Capillargefäße, allein diese Capillargefäße gehen nicht durch allmählige Erweiterung und Sammlung ihrer Stämmchen in größere Venenzweige über, sondern sie erweitern sich plötzlich zu ziemlich bedeutenden Stämmen, welche die Zotten des Chorion und die darin befindlichen Büschel von Capillargefäßen von allen Seiten umhüllen. Die schwammige poröse Substanz des Mutterkuchens besteht also ihrer innern Struktur nach aus den Gefäßbüscheln des Chorions, den arteriellen Gefäßbüscheln der Uterinzotten und den venösen Hohlräumen, in welche diese ihr Blut ergießen, um es sodann durch die Venen der Gebärmutter in die Blutcirculation der Mutter zurückkehren zu lassen.

Man sieht aus dieser Darstellung, daß das Blut der Mutter mit demjenigen des Embryo in keinem direkten Zusammenhange steht. Die Blutbahn des Embryo ist überall geschlossen, seine Capillarien bilden in den Zotten der Placenta ebenso vollkommmen geschlossene Röhren oder Schlingen, wie in allen übrigen Organen. Nicht minder ist die Blutbahn der Mutter durchaus in sich abgeschlossen, und eine Wechselwirkung zwischen dem Blute der Mutter und demjenigen des Embryo ist demnach nur möglich mittelst endosmotischen Austausches durch die Gefäßwände beider Circulationssysteme. Es können demnach nur flüssige Stoffe aus dem Blute der Mutter in dasjenige des Embryo oder umgekehrt übergehen, und die Ernährung des Embryo kann nur auf die Weise geschehen, daß ein steter Austausch auf endosmotischem Wege stattfindet. Die Wände aller Gefäße aber, welche sich in der Placenta finden, sind außerordentlich dünn und zart, und durch die vielfache Schlängelung der embryonalen Capillarien, sowie durch die allseitige Umspülung ihrer Büschel sind alle Bedingungen zu einer äußerst raschen und vollständigen Endosmose gegeben. Wir haben in dem Briefe über die Aufsaugung gesehen, daß möglichste Vergrößerung der Oberfläche

und Verlangsamung der Strömung die Endosmose außerordentlich befördern. Beide Momente sind durch die eben beschriebenen Einrichtungen in hohem Grade erzielt. Es kann deßhalb keinem Zweifel unterliegen und ist auch durch Versuche bestätigt worden, daß die Stoffe, welche im Blute der Mutter aufgelöst sind, äußerst schnell in dasjenige des Embryo übergehen, und daß der Embryo sämmtliche zu seiner Vergrößerung und Entwicklung nöthigen Stoffe der mütterlichen Blutflüssigkeit entzieht.

Die gesammte Ernährung und Absonderung des Embryo beruht demnach auf der Blutcirculation in dem Fruchtkuchen. Der Embryo hat keine andere Vermittlung mit der Außenwelt, er kann mit der atmosphärischen Luft weder in Berührung kommen, noch Stoffe von außen aufnehmen, da er gänzlich von einem mit Flüssigkeit erfüllten Sacke, dem Amnios, umhüllt ist. Seine Ernährung geschieht in ganz analoger Weise, wie die eines jeden Körpergewebes. Wir sahen oben bei der Schilderung der einzelnen Vorgänge der Ernährung, daß sowohl die unbrauchbar gewordenen Stoffe als auch die Gasarten, welche aus der Umwandlung der organischen Substanz hervorgehen, durch die in den Capillarien stattfindenden endosmotischen Vorgänge in die Blutbahn aufgenommen, innerhalb dieser weggeführt und in den Absonderungsorganen aus derselben wiederum abfiltrirt werden. Der Harnstoff und die Kohlensäure, welche aus der Zersetzung des Muskelfleisches hervorgehen, werden durch das Blut weggeführt, und zum Ersatz dafür Sauerstoff und Proteinsubstanzen herbeigeführt. Ganz so verhält sich auch der Austausch zwischen dem Blute des Fötus und demjenigen der Mutter, welcher in der Placenta statt hat. Die durch das Wachsthum und die Ernährung der embryonalen Organe gebildeten unbrauchbaren Stoffe und Gasarten werden in aufgelöstem Zustand durch den Blutstrom der Nabelarterien in die Placenta gebracht, und dort mittelst endosmotischer Strömung gegen die im Blute der Mutter enthaltenen brauchbaren aufgelösten Stoffe und gegen den hergeführten Sauerstoff vertauscht. Wer unsere Darstellung der Ernährung der Körpersubstanzen begriffen

und gefaßt hat, der braucht an die Stelle dieser Substanzen nur eine flüssige Substanz, das Blut des Embryo zu substituiren und die Funktion der Placenta wird ihm völlig klar seyn. Der Streit, ob die Placenta ein Organ der Ernährung oder der Respiration sey, beruht demnach auf einer völligen Verkennung aller physiologischen Vorgänge. Sie ist beides, ein Organ des Austausches nämlich für alle Stoffe, welche, seyen sie nun gasförmig oder flüssig, in dem Blute des Embryo einerseits und demjenigen der Mutter anderseits aufgelöst sind.

Der Harnsack, durch welchen die Nabelgefäße zu den Zotten des Chorion geleitet werden, und der deßhalb ein äußerst wichtiges Gebilde für den Embryo ist, verliert bei den Menschen sehr bald seine blasenförmige Beschaffenheit und verwandelt sich in einen sulzigen festen Strang, welcher sich auf eine eigenthümliche Weise windet, die Nabelgefäße in sich enthält und der Nabelstrang genannt wird. Durchschneidet man den Nabelstrang eines menschlichen Embryo in die Quere, so sieht man, daß derselbe aus einer gelatinösen Substanz gebildet ist, in der man die Lumina dreier durchschnittener Gefäße, der beiden Nabelarterien und der meist einfachen Nabelvene, erblickt. Durchschneidet man aber den Nabelstrang eines Thieres, so sieht man außer diesen drei Gefäßöffnungen noch in der Mitte des Stranges einen Kanal, der nicht mit Blut, sondern mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllt und nichts anderes als der hohle Stiel des Harnsackes ist. Bei den meisten Thieren nämlich bleibt der Harnsack während des ganzen Embryonallebens als Blase bestehen, und je nach den einzelnen Ordnungen der Säugethiere entwickelt diese Blase sich mehr oder minder bedeutend. Bei den Nagern, den Kaninchen und Hasen bildet der Harnsack eine mehr oder minder flaschenförmige Blase, welche etwa in dem verhältnißmäßigen Umfange bleibt, den der Harnsack bei dem menschlichen Embryo in der frühesten Zeit erhält. Deßhalb haben diese Thiere auch wie der Mensch eine einfache kuchenförmige Placenta, die sich an der Stelle entwickelt, wo der birnförmige Harnsack sich an das Chorion anlegt. Bei den Hunden und

Katzen wächst der Harnsack viel bedeutender aus, er wuchert an der innern Fläche des Chorion von rechts nach links herum, so daß er mit seinem Ende den Ausgangspunkt wieder erreicht und so um das spindelförmige, nach oben und unten hin zugespitzte Ei einen Gürtel bildet, in dessen Bereich die Zotten überall in den röhrenförmigen Uterus sich hineinbilden und so eine ringförmige Placenta erzeugen. Der Harnsack bildet bei diesen Thieren also schon den größten Theil des Eies. Noch weiter geht seine Entwicklung bei den Schafen, Rindern und Pferden. Hier wächst der Harnsack so bedeutend aus, daß er in kurzer Zeit nicht nur den ganzen innern Raum des Chorion erfüllt, sondern sogar baldigst an beiden Polen die Eihaut sprengt und über dieselbe hinauswächst, so daß das Ei eine halbmondförmige Gestalt hat und zwei lange gekrümmte Hörner nach oben und unten hin ausschickt. Die Zotten und Gefäßbüschel stehen dann bei diesen Thieren auf der ganzen Oberfläche des Eies herum zerstreut und bilden nicht einen zusammenhängenden Kuchen, sondern einzelne Haufen, welche in entsprechende Stellen der Uterinfläche eingreifen und Kotyledonen genannt werden.

Die Literatur der Entwicklungsgeschichte ist angefüllt mit Streitigkeiten über die Existenz eines Harnsackes bei dem Menschen, die indeß jetzt durch sichere Beobachtungen an sehr jungen Embryonen vollständig dahin geschlichtet sind, daß man mit Bestimmtheit einen Harnsack nachgewiesen hat, welcher sich an der Stelle der Placenta anlegt, nachher aber sehr bald obliterirt und zu einem soliden Strange zusammenschrumpft. Der menschliche Embryo entbehrt deßhalb durchaus derjenigen Hülle, welche bei den Thieren von dem Harnsacke aus geliefert wird.

Eine ähnliche vorübergehende Rolle spielt in dem menschlichen Eie ein anderes blasenartiges Gebilde, welches man unter dem Namen der Nabelblase kennt. Um die Entwicklung dieses Theiles zu verstehen, muß man sich in das Gedächtniß zurückrufen, daß die Keimhaut oder Keimblase aus zwei Blättern besteht, welche die Dotterflüssigkeit einschließen, und daß das innerste dieser Blätter, das Schleimblatt, welches unmittelbar mit

der Dotterflüssigkeit in Berührung steht, zur Bildung des Darmes bestimmt ist. Man muß sich ferner erinnern, daß nur der verdickte Theil der Keimhaut, welchen wir den Fruchthof nannten, zur Bildung des embryonalen Leibes verwandt wird. Man kann daher mit vollem Rechte behaupten, daß die ursprüngliche Anlage des Darmes weiter nichts sey, als eine schildförmige Ausbreitung auf der Oberfläche der Dotterblase. Damit hieraus die Röhre des Darmes werde, muß sich diese schildförmige Ausbreitung allmählig von den Seiten her umkrempen und eine Halbrinne bilden, deren Ränder nach und nach verwachsen. Dieß geschieht auch in der That. Die zur Bildung des Darmes bestimmte Masse erhebt sich, krempt sich gegen den Dotter hin um, bildet auf diese Weise eine in der Längsachse des Körpers liegende gegen den Dotter hin offene Rinne, deren Ränder sich von vornen und hinten her gegen die Mitte hin zur Röhre zusammenschließen. Es bleibt demnach auf diese Weise ein großer Theil der Dotterflüssigkeit mit dem sie umhüllenden Schleimblatte der Keimhaut als Blase zurück, welche anfangs durch eine weite in der Längsrichtung verlaufende Spalte, später durch einen offenen Kanal mit dem Darme in Verbindung steht. Dieser Kanal mündet etwa in der Mitte des Darmes in den Dünndarm ein. Er ist anfangs sehr kurz und weit offen, allein jemehr die Bauchwände des Embryos sich in der Mittellinie schließen, desto mehr verlängert sich der Stiel der Nabelblase, der mit den Nabelgefäßen und dem Stiele des Harnsackes aus dem Körper des Embryo durch die Nabelöffnung hervortritt, um gegen die Peripherie des Eies hin sich bläschenförmig zu erweitern. Bei manchen Thieren, wie z. B. den Kaninchen, bleibt dieser Gang der Nabelblase sehr lange offen, und die Blase selbst zeigt während des ganzen Lebens des Embryo eine ziemlich bedeutende Größe und ist durch ihre Gefäße für die Ernährung des Fötus wichtig. Bei dem Menschen zieht sich der Stiel der Blase sehr lang aus, schließt sich aber sehr bald und verschwindet gänzlich in dem Nabelstrange, ebenso wie die Nabelblase selbst, ohne daß in den meisten Fällen eine Spur davon zurückbleibt. Wenn

ich daher oben sagte, daß der Nabelstrang außer den Gefäßen auch noch den solid gewordenen Stiel des Harnsackes enthalte, so hatte ich damit seine Zusammensetzung noch nicht vollständig bezeichnet, indem er außerdem noch den verschrumpften Stiel der Nabelblase in sich schließt. Wollten wir den Nabelstrang in Gedanken so wiederherstellen, wie er seyn müßte, wenn diese verschiedenen Gebilde nicht zusammengeschrumpft und geschlossen wären, so müßten wir in ihm außer den drei Gefäßen auch noch zwei hohle Kanäle finden, deren einer dem Harnsacke, der andere der Nabelblase angehörte.

Der Embryo des Menschen entbehrt demnach mehrere Hüllen, aus bläschenartigen Gebilden hervorgegangen, welche bei den Thieren sich finden, und besitzt dagegen eine von dem Uterus aus gelieferte äußere Hülle, die früher erwähnte hinfällige Haut, welche den meisten Thieren fehlt. Untersucht man die Bildung des Eies in dem Leichname einer Schwangeren, die schon in vorgerücktem Zeitpunkte der Schwangerschaft gestorben ist, so findet man den Embryo von folgenden Hüllen eingeschlossen. Zunächst längs der Wände des Uterus findet man die zusammengedrückte, theilweise selbst durch Aufsaugung wieder vernichtete hinfällige Haut, die an dem Ansatzpunkte der Placenta unterbrochen ist. Auf diese nach innen hin folgt das Chorion, welches in die Placenta selbst übergeht und innerhalb dieser nicht isolirt werden kann. Unmittelbar an dem Chorion und von diesem kaum durch eine geringe Schicht eiweißartigen Stoffes getrennt, liegt eine dritte Hülle, die Schafhaut oder das Amnios, welche eine bedeutende Masse von Flüssigkeit, das Schafwasser oder Fruchtwasser enthält. Dieses letztere ist wesentlich seiner Zusammensetzung nach eine Auflösung von Eiweiß und Kochsalz in Wasser, die im Beginne der Schwangerschaft concentrirter ist als in späteren Zeiten. In dieser Flüssigkeit schwimmt der Embryo ganz frei, einzig aufgehängt mit der Bauchfläche an dem Nabelstrange, der von dem Nabel aus nach dem Fruchtkuchen sich hinzieht. Die äußere Haut des Embryo setzt sich an dem Nabel in verdünntem Zustande auf dem Nabelstrange fort

und bildet so für diesen eine häutige Scheide, die an der inneren Oberfläche des Fruchtkuchens unmittelbar in das Amnios übergeht. Dieses bildet demnach einen vollkommen geschlossenen Sack um den Embryo, der ringsum von der Flüssigkeit des Schafwassers umspült wird. Bei der Geburt wird der Sack der Schafhaut zersprengt und durch den Riß des Chorion und des Amnios tritt der Embryo heraus.

Die Bildung und Entstehung der Schafhaut läßt sich kaum ohne Beihülfe schematischer Figuren anschaulich machen und gehört überhaupt zu den schwierigsten Punkten in der Entwicklungsgeschichte. Erst die neuesten Untersuchungen an Embryonen aus frühester Zeit haben diese Entstehungsgeschichte unwiderleglich aufgeklärt und bewiesen, daß der vollkommen geschlossene Sack der Schafhaut durch eine merkwürdige Faltung des peripherischen, serösen Blattes der Keimhaut entstanden sey. Man erinnert sich, daß dieses Blatt im Anfange überall unmittelbar der innern Fläche des Chorion anlag. Es verwächst nun mit dieser innern Fläche des Chorion überall an der ganzen Peripherie des Eies, ausgenommen an derjenigen Stelle, wo sich der Fruchthof, also der werdende Embryo befindet. Während sich nun der Embryo entwickelt, entfernt er sich von dem Chorion und zieht dadurch eine Falte des serösen Blattes nach sich, die sich mehr und mehr ausbildet. Wir haben gesehen, daß die außerperipherische Fläche des Fruchthofes der Rückenfläche des Embryo entspricht. Der werdende Embryo liegt also mit seiner Rückenfläche anfänglich hart der innern Fläche des Chorion an. Je mehr er sich aber von derselben entfernt, desto größer wird die Falte, die von dem serösen Blatte der Keimhaut gebildet wird. Der Embryo ist sonach in dieser Falte gleichsam aufgehängt wie ein Gegenstand, den man flach auf einem Tuche trägt. Nach und nach, je mehr sich der Embryo von dem Chorion entfernt, bildet sich auch die flache Falte zu einem vollständigen Sacke aus, und der Embryo hängt nun darin, wie in einem Tuch, das man oben zusammengefaßt hat, und dessen Zipfel man ringsum an das Chorion angewachsen denken muß. Der so gebildete Beutel, welcher anfangs in der Rückengegend noch gegen das Chorion

hin offen ist, schließt sich allmählig vollständig durch Verwachsung seiner Ränder und bildet auf diese Weise den geschlossenen Sack der Schafhaut. Diese liegt anfangs dem Embryo überall ziemlich enge an, vergrößert sich aber schnell, indem sie sich mit Flüssigkeit füllt, und stellt so allmählig den weiten Sack her, in dessen Flüssigkeit der Embryo schwimmt.

Es hält außerordentlich schwer, sich diese Bildungsweise der Schafhaut zu veranschaulichen, es mag indeß noch auf folgende Weise gelingen: Man stelle sich vor, die äußere Haut des Erwachsenen, statt an dem Nabel geschlossen zu seyn, gehe von hier aus in eine gewaltig große Blase über, die an dem Nabel befestigt wäre. Legt man nun den menschlichen Körper mit seiner Bauchfläche auf diese Blase, die hinlänglich groß seyn muß, um den Körper nach allen Seiten hin zu überragen, so wird die Blase ringsum an ihrem Rande eine Falte bilden, an welcher die dem Körper zugekehrte Hälfte der Blase in die peripherische Fläche übergeht. Man denke sich nun, daß diese Blase groß genug sey, um auf dem Rücken über den Kopf und die Beine hinüber zusammengefaßt werden zu können. Näht man nun die so zusammengefaßte Blase über dem Rücken zusammen, so wird der Mensch in einem doppelten Sacke eingeschlossen seyn, dessen Zusammenheftungsstelle der Mitte des Rückens entspricht. Der äußere dieser Säcke entspricht dem äußeren Blatte der Keimhaut. Man schneide diesen äußeren Sack weg (die Natur entfernt ihn durch Verwachsung mit dem Chorion) und es wird der innere Sack, die Schafhaut übrigbleiben. Man kann die eben beschriebenen Verhältnisse plastisch ausführen, indem man eine zugebundene Schweinsblase nimmt, den Körper des Embryo durch irgend einen festen Gegenstand, etwa ein Kreuzerbrödchen, versinnlicht und nun verfährt, wie wir oben angaben. Es gibt kein besseres Mittel, um sich den Vorgang in der Natur, wie es durch Beobachtungen nachgewiesen ist, anschaulich zu machen, wie es denn überhaupt zum richtigen Verständniß der Entwicklungsgeschichte stets solcher plastischer Versuche bedarf, die weit mehr begreiflich machen, als die besten Figuren thun können.

Zweiundzwanzigster Brief.

Der Embryo, seine Uranlagen und sein Nervensystem.

Wir verließen das Ei in dem Momente, wo an einem bestimmten Punkte desselben sich der länglich runde Fruchthof oder Embryonalfleck gebildet hat. Die Zusammensetzung dieses Embryonalfleckes aus gehäuften Zellen, welche in zwei Blätter getheilt werden können, ein äußeres, das seröse Blatt, und ein inneres, das Schleimblatt, wurde ebenfalls schon besprochen. Die erste Anlage des Embryo zeigt sich nun mitten in diesem Fruchthofe in Gestalt eines länglich eiförmigen erhabenen Schildchens, in welchem die Zellenmasse mehr zusammengedrängt ist, als in der Umgebung, weßhalb es dunkler erscheint. Bei der Bildung dieses Schildchens ist einzig und allein das seröse Blatt der Keimhaut interessirt; das vegetative Schleimblatt nimmt an seiner Bildung durchaus nicht den mindesten Antheil. An demjenigen Ende, welches die nachfolgende Entwicklung des Embryo's als das vordere erkennen läßt, ist dieses Schildchen breiter als nach hinten zu; seine Umgränzung ist nicht sehr scharf, sondern verliert sich in der umgebenden Zellenmasse des Fruchthofes. Offenbar beruht die Erhebung dieses Schildchens nur auf der stärkeren Wucherung und Vermehrung der Zellenmassen, welche das seröse Blatt des Fruchthofes zusammensetzen und zur Bildung der Embryonalanlage sich um eine Längsaxe zu gruppiren beginnen.

Kaum hat sich dieses Schildchen deutlicher erhoben und abgegränzt, so zeigt sich in seiner mittleren Längsaxe ein heller

durchsichtiger schmaler Streifen, welcher vorn und hinten in geringer Entfernung von dem Rande des Schildchens aufhört und sich als eine seichte Rinne zu erkennen gibt, die nur dadurch heller erscheint, daß das Zellenmaterial zu beiden Seiten in dem Schildchen stärker angehäuft ist, als in der Rinne selbst. Während nun diese Primitivrinne sich allmählig tiefer eingräbt, genauer nach oben und unten begränzt und ihre Ränder zugleich sich wulstförmig erheben, zieht sich das Schildchen von allen Seiten her gegen die Rinne stärker zusammen, wird zusehends länglicher und schnürt sich in der Mitte etwas ein, während zugleich seine beiden Enden breiter erscheinen. Das Schildchen zeigt sich so bald nach dem ersten Erscheinen der Primitivrinne in Gestalt einer länglichen Erhabenheit, welche in dem Durchmesser des fast kreisförmigen Fruchthofes liegt, die Form eines Biscuit oder einer Schuhsohle hat, und auf ihrer obern Fläche durch einen Riß bis in eine gewisse Tiefe gespalten ist. Diese Spalte, die Primitivrinne oder Rückenfurche, ist an ihren beiden Enden etwas breiter als in der Mitte, so daß sie durchaus die Gestalt des biscuitförmigen Schildchens nachahmt. Wir können das Schildchen nun schon mit dem Namen des Embryo bezeichnen, dessen Körper es in der That entspricht, und können somit feststellen, daß die erste Anlage des Embryo des Menschen, sowie aller Wirbelthiere ohne Ausnahme aus einer länglichen Erhabenheit in Biscuitform besteht, auf deren Rückenfläche in der Längsaxe eine Rinne eingegraben ist, welche aufgewulstete Ränder besitzt. Kein anderer Embryo aus dem Reiche der wirbellosen Thiere zeigt diese ursprüngliche Gestalt, während alle Wirbelthier-Embryonen bei ihrem ersten Auftreten durchaus auf ähnliche Weise gebildet sind, und dadurch bethätigen, daß sie Alle einem und demselben Organisationsplane angehören.

Sobald die Primitivrinne einmal angelegt ist, so erweitert sie sich besonders an ihrem vorderen Ende und bildet hier mehrere seitliche Aussackungen, deren man ursprünglich drei zählt. Auch in dem hinteren Theile erweitert sich die Rinne ein wenig, so daß sie hier eine lanzettförmige Gestalt erhält. Sobald die

vorderen Ausbuchtungen und die hintere lanzettförmige Erweiterung der Rinne sich ausgebildet haben, so bildet sich auch auf dem Boden und längs den Rändern der Rinne eine dünne, zarte Schicht glasheller Substanz, welche durch ihre Durchsichtigkeit auffallend von der dunkleren Masse der wulstigen Ränder absticht. Diese helle Substanz, welche, wie gesagt, nur in dünner Schicht die Rinne auskleidet, ist die Uranlage des centralen Nervensystems. Es ist also das Central-Nervensystem, das Gehirn und Rückenmark, welches sich zuerst auf dem Boden einer auf der Rückenfläche offenen Rinne differenzirt. Die Wülste, welche diese Rinne umgeben, entsprechen den noch ungeschiedenen Hüllen des Central-Nervensystems, den Knochen, Muskeln und übrigen Gebilden, welche den ganzen Körper mit Ausschluß der Eingeweide zusammensetzen. Das Central-Nervensystem ist demnach das erste unter allen Organen des Körpers, welches sich in bestimmter Form darstellt, und es gibt sich sonach als das wichtigste primärste Organ des Wirbelthieres überhaupt zu erkennen. Ehe wir seine weitere Entwicklung genauer verfolgen, wird es geeignet seyn, überhaupt einige Bemerkungen über die Art und Weise, wie die einzelnen Organe des Leibes sich bilden, hier einzustreuen.

Wir haben gesehen, daß der Fruchthof ursprünglich nur eine einzige Zellenanhäufung darbot, die sich später in zwei Blätter spaltete, ein äußeres für die animalen, ein inneres für die vegetativen Organe. Wir sahen ferner, daß das erste dieser Blätter anfangs eine homogene Zellenmasse darstellte, welche, in bestimmten Richtungen fortwuchernd, die Formanlage einer Rinne bildete, und daß in dieser Rinne nun die erste Anlage eines differenten Organes, des Central-Nervensystemes sich entwickelte, die sich durch eine eigenthümliche Structur ihrer Bildungsmasse von den Zellen in der Umgebung unterschied, welche noch ihre durchaus homogene Zusammensetzung beibehielten. Was an dem Nervensysteme geschieht, zeigt sich überall bei dem Entstehen der ersten Anlagen anderer Organe. Es erscheinen stets zuerst ganz allgemeine Gesammtanlagen für ganze Gruppen von

Organen, welche sich aus der indifferenten Bildungsmasse hervorbilden, und diese Gesammtanlagen theilen sich wieder durch Differenzirung ihrer Elemente in die Anlagen der einzelnen Organe. Die Entwicklung des Embryo schreitet demnach nicht in der Art fort, daß ein bestimmtes Organ zuerst sich ausbildete, dann ein anderes, dann ein drittes u. s. w.; daß also ein einzelnes Organ gleichsam der Mittelpunkt darstellte, um welchen dann die andern Organe nach und nach sich gruppirten und so den Organismus vervollständigten. Es werden im Gegentheile allgemeine, ganze Organgruppen zusammenfassende Uranlagen gebildet, und diese nach und nach stets mehr und mehr gesondert und in einzelne Organe zerlegt. Das Ei bildet gleichsam den aufgelösten Embryo; — man kann es vergleichen mit einer Auflösung verschiedenartiger Salze, die man durch Krystallisation zu trennen sucht. Wenn auch die Auflösbarkeit dieser einzelnen Salze verschieden ist, so weiß doch der Chemiker gar wohl, daß namentlich diejenigen, welche sich in diesem Punkte näher stehen, vereinigt sich ausscheiden; daß ein Salz das andere mit zu Boden reißt. Erst durch wiederholtes Umkrystallisiren und Reinigen kann man diese Gruppen gemeinschaftlich niedergefallener Substanzen in die einzelnen Salze trennen, welche sie Anfangs zusammen enthielten. Ganz so verhält sich auch die embryonale Entwicklung. Sie bildet erst Gruppen von Organen in unbestimmter Form, welche durch keinen Unterschied ihrer elementaren Bestandtheile sich in einzelne heterogene Organe trennen lassen. Nach und nach tritt dieser Unterschied in den elementaren Zellen auf. Sie bilden sich aus je nach der eigenthümlichen Natur des Organes, welchem sie angehören sollen, und mit dieser Ausbildung der Elementarbestandtheile geht auch diejenige der äußeren Form Hand in Hand, bis endlich das ganze Organ nach äußerer Form und innerer Struktur so ausgebildet ist, wie wir es in dem Erwachsenen antreffen.

Es ist deßhalb thöricht und zeigt von einer gänzlichen Unkenntniß der Gesetze der Entwicklung, wenn man über die Bedeutung der Gesammtanlagen, welche in dem Embryo auftreten,

sich abquält und dieselben einem oder dem andern bestimmten Organe vindiciren will. Man hat endlose Streitigkeiten geführt über die Bedeutung der Primitivrinne, welche sich zuerst in der Uranlage des Embryos zeigt. Die Einen behaupteten, diese hohle mit Flüssigkeit gefüllte Rinne sey die Uranlage des Nervensystems und die Wülste, welche sie begränzen, entsprächen den Hüllen des centralen Nervensystems; — die Andern glaubten, die Wülste entsprächen der centralen Nervensubstanz selbst und stellten deren Uranlagen dar. Keines von beiden ist richtig. So lange noch die dünne Schicht von Nervensubstanz sich nicht auf den Boden der Rinne differenzirt hat, entsprechen eben die homogenen Wülste mit dem Schildchen, in welches sie nach den Seiten hin ohne bestimmte Demarkationslinie übergehen, allen Organen des animalen Systemes ohne Ausnahme, und so wie zuerst die Nervensubstanz aus dieser Gesammtanlage sich ausscheidet, so differenziren sich später aus derselben die Knochen, die Muskeln, die äußere Haut u. s. w.

Betrachten wir nun die Entwicklung des Central-Nervensystemes im Zusammenhange, so ist es vor allen Dingen nöthig, uns wohl die Gestalt desselben bei seinem ersten Auftreten in das Gedächtniß zurückzurufen. Es bildet eine dünne homogene Schicht, die den Boden einer an der Rückenfläche offenen Rinne auskleidet, an deren vorderem Ende drei seitliche Ausbuchtungen zu bemerken sind, während hinten eine lanzenförmige Erweiterung sich zeigt. Derjenige Theil des Central-Nervensystemes, welcher, wenn man sich den Menschen auf dem Bauche liegend denkt, dem Boden des Wirbel- und Schädelrohres anliegt, zeigt sich demnach zuerst in der Anlage. Dieser Theil aber ist, wie wir früher sahen, der Hirnstamm, der bewegende und empfindende Theil des Central-Nervensystemes, von welchem die peripherischen Nerven entspringen. Der Hirnstamm zeigt sich also in seiner ersten Anlage vor allen andern Organen des Körpers, namentlich vor den Nerven, die noch nirgends in der umgebenden Masse des Körpers differenzirt sind. Diese besteht noch durchaus aus vollkommen homogenen Zellen, in welchen die genaueste Beob-

achtung keinen Unterschied zu erkennen vermag. Die Ausbuchtungen, welche man an dem Kopfende der Rinne bemerkt, und die ebenfalls ihrem Boden entlang mit einer solchen dünnen Schicht von Nervensubstanz ausgekleidet sind, entsprechen den spätern Hauptabtheilungen des Gehirns, der mittlere engere Theil der Rinne, dem Rückenmark, und seine hintere Erweiterung einer eigenthümlichen Spaltung des Rückenmarkes in der Lendengegend, die bald verschwindet, bei manchen Thieren aber, z. B. den Vögeln, sich bleibend erhält und auch zuweilen bei neugebornen Kindern abnorm entwickelt in Form eines wasserhaltigen Sackes an der angegebenen Stelle sich findet.

Die erste Tendenz der Bildung in dem Central-Nervensysteme geht dahin, die Rinne zuzuwölben und zu einer Röhre zu schließen, welche ringsum von Nervensubstanz ausgekleidet ist. Man beobachtet, wie zu diesem Endzwecke die Wülste, welche die Rinne und ihre Ausbuchtungen begränzen, sich erheben und allmählig gleich den Bogentheilen eines Tunnels, den man zuwölbt, von beiden Seiten nach der Mittellinie hin gegen einander streben. Die Wülste bestehen dann noch gänzlich aus gleichartigen Zellen und in gleichem Maße, wie dieses Mauerwerk von Zellen sich überwölbt und in der Mittellinie schließt, wölben sich auch im Innern die Ränder der Nervensubstanz einander entgegen und schließen sich an den meisten Stellen ebenfalls in der Mittellinie zusammen. Während dieses Vorganges verschwindet schon die hintere linsenförmige Ausweitung der Rinne so ziemlich. Dagegen erhalten sich die vordern Kopfausbuchtungen, und verwandeln sich durch die Ueberwölbung in Blasen. Nur an einer einzigen Stelle, nämlich in dem Nacken, da wo wir bei dem Erwachsenen das verlängerte Mark sehen, wölbt sich die Nervensubstanz nicht zu einer Röhre zusammen, sondern behält hier die ursprüngliche Gestalt einer Hohlkehle, die nach oben offen ist. Die Wülste, welche sich später in die Hüllen und Bedeckungen des centralen Nervensystemes verwandeln, wölben sich indeß auch an dieser Stelle zu einem vollständigen förmlichen Schlusse, so daß die weitere Ausbildung des

Central-Nervensystemes in einem durchaus geschlossenen Rohre statthat, welches vornen drei primitive Gehirnblasen erkennen läßt.

Das vorderste Ende der Primitivrinne erscheint bei dem ersten Auftreten der seitlichen Ausbuchtungen leicht nach innen eingedrückt, so daß die vorderste Hirnblase gleichsam die Gestalt eines Kartenherzes hat, dessen eingeschnittene Seite nach vorn, die Spitze nach hinten schaut, während die beiden Flügel seitlich sich ausdehnen. Diese vordere Ausbuchtung bleibt aber nicht lange; sie verstreicht sich, wölbt sich allmählig im Bogen nach vorn hervor und bildet bald eine hervorspringende Ecke, welche sich von den seitlichen Flügeln der Blase mehr und mehr abschnürt. Je weiter diese Abschnürung vorschreitet, desto mehr bildet sich auch diese vorspringende Ecke aus. Sie wird allmählig zu einer blasenförmigen Vorragung, die sich endlich in der Mittellinie mehr und mehr einschneidet und so zwei seitliche Hälften darstellt, welche mit großer Schnelligkeit sich bedeutend ausdehnen und zwei vordere Blasen bilden, die übermäßig wachsen und über die andern Hirnblasen hinüberwuchern. Diese beiden vordern Blasen bilden das Vorderhirn, sie entwickeln sich zu den Hemisphären des großen Gehirns. Das Vorderhirn ist demnach in den primitiven Ausbuchtungen der Rinne in den drei primitiven Hirnblasen gar nicht enthalten, sondern es entwickelt sich erst nach der Anlage derselben aus dem anfänglich eingedrückten vorderen Ende der Nervenröhre, welches zwischen den beiden seitlichen Flügeln der vordersten Hirnblase hervorsproßt.

Dieses vordere Paar seitlicher Flügel mit dem sie verbindenden Mittelstücke, die erste primitive Gehirnblase, nennen wir das Zwischenhirn oder Sehhirn, weil aus ihm die Augen hervorsprossen. Je mehr nämlich die Bildung der Nervensubstanz fortschreitet, desto mehr schnüren die seitlichen Flügel oder Ausbuchtungen dieser Blase, indem sie zugleich seitlich sich ausdehnen, von dem Mittelstücke sich ab und stellen sich bald als zwei runde Säcke dar, deren jeder durch eine kurze

weite Röhre mit dem Mittelstücke in Verbindung steht. Diese beiden seitlichen gestielten Säcke sind die Rudimente der Augen, die man oft die Augenbuchten nennt, und der hohle Stiel, welcher jede dieser Augenbuchten mit dem Mittelstücke verbindet, ist der ursprüngliche Sehnerv. Die mittlere Blase, in welcher diese Sehnerven münden, wölbt sich zu einem unpaaren anfänglich röhrenartigen Theile zusammen, in welchem sich später die Sehhügel entwickeln. Die zweite primitive Hirnblase erfährt nie eine solche Ausbildung, wie die erste, sondern bleibt stets auf einer mäßigen Stufe der Entwicklung stehen. Indem sie sich in der Mittellinie zusammenwölbt und an der Vereinigungsstelle bedeutend einsenkt, entstehen die Vierhügel, deren wir schon früher bei der Behandlung der Funktionen des Nervensystemes gedachten.

Die dritte primitive Hirnblase endlich kann füglich in zwei Theile getheilt werden. In dem vordern Theile, der Hinterhirn- oder Kleinhirnblase wölbt sich die Nervensubstanz vollständig zusammen und läßt so das kleine Gehirn entstehen, während in der Nachhirnblase die Nervensubstanz nur auf dem Boden wuchert, sich aber nicht zu Gewölbtheilen erhebt.

Ehe ich auf die Ausbildung der einzelnen Theile des Gehirnes näher eingehe, muß ich hier auf einen Unterschied aufmerksam machen, der zwischen der hier angegebenen Darstellung und derjenigen statt hat, welche in den meisten Handbüchern und Monographien sich findet. Man betrachtet nämlich dort die drei primitiven Hirnblasen als die Repräsentanten des Vorderhirns, des Mittelhirns und des Nachhirns und behauptet demnach, daß sich die erste dieser primitiven Hirnblasen in die Hemisphären des großen Gehirns umbilde, während die zweite Hirnblase sich der Quere nach theile, und ihre vordere Hälfte die Sehhügel, ihre hintere die vier Hügel bilde. Auch ich huldigte früher dieser Ansicht, mußte aber bei fortgesetztem Nachforschen erkennen, daß sie eine falsche sey. Es hält nicht schwer, sich von der Richtigkeit der hier gegebenen Darstellung durch eine einfache Schlußfolgerung und Vergleichung der von andern gelieferten That-

sachen und Abbildungen zu überzeugen. Alle genauern Beobachter nämlich stimmen darin überein, daß das vordere Paar seitlicher Ausbuchtungen in seiner weitern Entwicklung die Rudimente der Augen bilde, und daß diese Rudimente durch hohle Stiele noch lange mit dem Hirnraume, aus welchem sie entstanden, zusammenhängen. Dieß sind Tatsachen, von welchen sich jeder durch Untersuchung junger kaum angelegter Embryonen leicht überzeugen kann. Eben so leicht ist es aber auch bei etwas ältern Embryonen nachzuweisen, daß die noch hohlen Sehnerven nicht in die blasenförmigen Hemisphären des großen Gehirnes, sondern vielmehr in den dahintergelegenen Theil, die Sehhügelblase, einmünden. Wenn man also nicht annehmen will, daß die Augenrudimente Anfangs von der Hemisphärenblase sich abgeschnürt hätten, daß aber dann ihre Stiele von vorn nach hinten in die zweite Hirnblase gewandert seyen; wenn man dieß nicht annehmen will, so wird man sich genöthigt sehen, mehr Aufmerksamkeit dem unpaaren Theile zu schenken, welcher zwischen dem ersten Paar primitiver Hirnblasen sich hervorwulstet, und wird dann in diesem anfänglich nach innen eingebuchteten Theil die Bildungsstätte der Großhirnhemisphären erkennen. Zwar mag es auf den ersten Blick auffallend erscheinen, daß ein so bedeutender Theil, der seiner Masse nach den größten Theil des ganzen Gehirnes ausmacht, in der Uranlage nur in äußerst unbedeutender Weise repräsentirt sey. Wenn man aber bedenkt, daß gerade die Hemisphären des großen Gehirnes bei den niedern Wirbelthieren, den Fischen, nur höchst unbedeutend entwickelt sind, aber rasch an Größe bei den höhern Thieren zunehmen, so klärt sich diese anscheinend abnorme Erscheinung in durchaus befriedigender Weise auf.

Bei den höheren Wirbelthieren und dem Menschen bilden sich während der Entwicklung des Gehirns zwei äußerst merkwürdige Einwirkungen aus, die bei den niedern Wirbelthieren nur schwach angedeutet sind. Beim Beginne seiner Entwicklung krümmt sich nämlich der Embryo gleichmäßig im Bogen um die Kugel des Eis herum, und es bedarf nur der Ablösung von

demselben, um ihn völlig horizontal und platt auf seine Bauchseite ausbreiten zu können. Sobald aber die primitiven Hirnblasen ausgebildet sind, ändert sich dieses Verhältniß. Der Embryo beugt sich mit seinem Kopfe, dessen Unterfläche von der Peripherie des Eies sich losgelöst hat, nach innen gegen dasselbe ein und knickt den vordern Theil des Kopfes gegen die Brust hin nieder. Diese Einknickung findet sich an der Stelle der Gränze zwischen dem Mittelhirne und dem Nachhirne, und ist so bedeutend, daß sie mehr als einen rechten Winkel beträgt. Die Basis des Nachhirnes und diejenige des Mittelhirnes, welche uranfänglich in gleicher Ebene lagen, sind, sobald die Kopfbeugung den höchsten Grad erreicht hat, nur durch einen schmalen Sporn von Zwischensubstanz von einander getrennt. Man hat diese Einknickung die Kopfbeuge genannt; ihr entspricht an der Außenfläche eine höckerartige Vorragung; das Mittelhirn behauptet gerade die Spitze dieses Kopfhöckers.

Eine zweite Beugung, die zwar nicht so scharf ist, als die vorige, aber dennoch fast einen rechten Winkel beträgt, zeigt sich bei dem Uebergange des Rückenmarkes in das Nachhirn. Auch diese Beugung, die man unter dem Namen der Nackenbeuge und des Nackenhöckers kennt, ist den höhern Wirbelthieren eigenthümlich, indem sie bei den niedern nur angedeutet ist. Sobald die Kopfbeuge und die Nackenbeuge sich vollständig entwickelt haben, so kann man den vordern Theil des Embryos in seiner Gestalt sich nicht besser versinnlichen, als wenn man den Finger, den Zeigefinger z. B., so stark wie möglich, in seinen zwei vordern Gliedern beugt. Die Beugefläche des Fingers entspricht dann der Bauchfläche des Embryo. Das erste Gelenk der Kopfbeuge, das zweite Gelenk der Nackenbeuge und das Handglied des Fingers dem Leibe des Embryo.

Diese beiden Einknickungen sind nicht etwa vorübergehender Art, so daß sich der Embryo leicht auf einer horizontalen Unterlage gerade legen ließe. Sie sind vielmehr auf tiefwurzelnden organischen Verhältnissen begründet, und zwar hauptsächlich auf der Ausbildung der festeren Theile des Skeletts, über welche

die Hirntheile hinauswuchern. Durch die Existenz dieser beiden Einknickungen, welche das Studium der an der Bauchfläche des Halses gelegenen Theile sehr erschweren, theilen sich die Embryonen der Wirbelthiere in zwei große Abtheilungen. In der einen dieser Abtheilungen, zu welcher die Säugethiere, die Vögel und die beschuppten Reptilien gehören, sieht man eine starke Kopf- und Nackenbeuge; man findet bei diesen Embryonen die Entwicklung eines Amnios zur Umhüllung des Embryo, und ferner diejenige einer Allantois oder eines Harnsackes zur Ausbildung ernährender Gefäße für den Fötus. In der zweiten großen Abtheilung, derjenigen der niedern Wirbelthiere, bei den Fischen und nackten Amphibien, sind Kopf- und Nackenbeuge nur sehr unbedeutend entwickelt und kaum angedeutet, zugleich fehlt die von dem Embryo ausgebildete Hülle oder Schafhaut und nicht minder der Harnsack vollkommen. Wie leicht einzusehen, ist durch diese Unterschiede ein sehr verschiedener Plan der embryonalen Entwicklung angedeutet, und es rechtfertigt sich dadurch vollkommen die Ansicht derjenigen Naturforscher, welche in dem Wirbelthierreiche nicht vier, sondern fünf Klassen annehmen, und die beschuppten Reptilien oder die Schildkröten, Schlangen und Eidechsen von den nackten Amphibien, den Fröschen und Molchen trennen. Es ist hier nicht der Ort, weiter auf die Verhältnisse einzugehen, die äußerst interessant sind, sowohl für die Entwicklung des Embryo im Allgemeinen, als auch in Beziehung auf die Schlüsse, welche man daraus für die Zoologie entnehmen kann.

Verfolgen wir noch kurz die Enwicklung der einzelnen Hirntheile, so ist vor Allem darauf aufmerksam zu machen, daß die Anlage und Ausbildung der festeren Nervensubstanz hauptsächlich von dem Boden und den Seitentheilen her geschieht, und so die ursprünglich ungemein großen Höhlen der verschiedenen Gehirnblasen nach und nach ausgefüllt, und auf dasjenige geringe Verhältniß reducirt werden, welches sie in dem Erwachsenen behaupten. Es erscheinen demzufolge die festen Theile der Gehirnsubstanz anfänglich nur in Gestalt äußerst dünner blättchenartiger Schichten, welche den Boden, die Wände und die Decken

der Hirnblasen überkleiden, und deren große Weichheit und Zartheit der Untersuchung viele Hindernisse entgegenstellen. Diese werden im Anfange einigermaßen aufgewogen durch die glashelle Durchsichtigkeit, welche die Nervensubstanz sowohl, als auch die sie umgebenden noch indifferenten Zellenmassen besitzen. Später aber, wenn theils die Hüllen des Schädels und die Wirbelsäule undurchsichtiger und dunkler geworden sind, theils auch die Nervensubstanz sich selbst in größerer Masse angehäuft und dadurch ihre Durchsichtigkeit verloren hat, später, sage ich, ist diese Zartheit der Substanz, ihr Zerfließen gleichsam unter ihrem eigenen Drucke ein wesentliches Hinderniß der Untersuchung. Wir kennen deßhalb auch weit besser die Bildungen des Gehirns in den ersten Zeiten als wir nachher von der Ausbildung dieser ersten Anlagen uns Rechenschaft zu geben wissen.

Die Hemisphären des großen Gehirns bilden sich, wie schon bemerkt, aus der vordern unpaaren Endigung des primitiven Nervenrohrs, die nach und nach zu einer blasenartigen Erhebung anschwillt. Die Entwicklung der Nervensubstanz schreitet anfänglich hauptsächlich nach hintenhin fort und bewirkt dadurch die zunehmende Sonderung dieses Theiles von den Augenbuchten, die anfänglich nur unvollständig abgetrennt sind. Während nun die Gewölbtheile in der Mitte zusammenwachsen, bildet sich hier eine Einsenkung, wodurch die ursprünglich einfache Hemisphärenblase in zwei Hälften zerlegt wird, die anfänglich noch durch eine gemeinschaftliche Höhle mit einander verbunden sind. Die Wucherung der Nervenmasse ist nun namentlich in den Hemisphären äußerst bedeutend. Diese dehnen sich immer mehr nach hinten aus, wuchern über das Zwischenhirn, dann über das Mittelhirn seitlich weg und überdecken diese beiden Hirnblasen so, daß sie endlich mit an dem Hinterhirn anstoßen. Anfänglich findet diese Ueberwölbung der mittleren Hirntheile durch die Hemisphären nur mehr seitlich statt, so daß man bei der Ansicht des Gehirnes von oben das Mittelhirn noch in der Mittellinie erblicken kann, während später bekanntlich dieses nicht mehr der Fall ist. Der vordere Theil des Mittelhirnes,

die Sehhügel werden bei dem menschlichen Embryo gegen das Ende des dritten Monates, der hintere Theil oder die vier Hügel, etwa in dem fünften Monate überwölbt, und gegen das Ende des siebenten Monats überragen die Hemisphären schon das kleine Gehirn eben so vollständig wie im Erwachsenen. Eine Folge dieser außerordentlich raschen Entwicklung der Gewölbtheile der Hemisphären ist die Kräuselung ihrer Oberfläche und die Zusammenfaltung derselben, so daß jene Windungen der Oberfläche entstehen, die um so mehr an Zahl und Tiefe abnehmen, je weiter wir in die Reihe der Säugethiere zurückgehen. Die Windungen bilden sich erst gegen das Ende der Schwangerschaft vollständig aus und sind offenbar theilweise dadurch bedingt, daß das Gehirn stärker wächst als die es einschließende Kapsel des Schädels. Während diese Wucherung der Gewölbtheile stattfindet, vermehrt sich auch die Nervenmasse auf dem Boden an den Seiten und an der gewölbten Decke der Hemisphärenhöhle mit großer Schnelligkeit. Die Falte, welche beide Hemisphären von einander trennte, senkt sich immer tiefer hinab, und bildet endlich eine Scheidewand, wodurch die ursprünglich einfache Hirnhöhle in zwei seitliche Höhlen getrennt wird. Auf dem Boden dieser seitlichen Höhlen erheben sich nun zwei ursprünglich bohnenförmige Anschwemmungen, die Rudimente der gestreiften Körper oder der Streifenhügel, und der Raum, welcher zwischen dieser und der Hemisphärendecke übrig bleibt, wird endlich so verringert, daß die Nervensubstanz sich fast durchaus berührt, und die Hirnhöhlen im normalen Zustande bei dem Erwachsenen kaum einen Theelöffel voll Flüssigkeit enthalten können. Es geht somit aus der Entwicklungsgeschichte der Hemisphären hervor, daß die Streifenhügel wesentlich zum Hirnstamme der Hemisphären gehören, daß sie eine Wucherung, eine specielle Entwicklung des Bodens der Hemisphärenblase bilden, und daß sie niemals außerhalb dieser Hemisphärenblase gesucht oder gefunden werden können.

Die Entwicklung des **Mittelhirns** ist in jeder Beziehung weit einfacher, als diejenige des Vorderhirns, und namentlich

ist die Ausbildung der Gewölbtheile hier durch die Wucherung der Hemisphären bedeutend beschränkt. Betrachtet man den Hergang der Entwicklung des Zwischenhirns genauer, so zeigt es sich, daß dasselbe gar nicht gewölbartig sich schließt, sondern daß nur der Hirnstamm an dieser Stelle stärker wuchernd vom Boden aus den Raum ausfüllt, welchen ihm die Hemisphären übrig lassen. Die ursprüngliche Höhle bleibt deßhalb in Form einer Spalte bestehen, in welche man offen von oben hineinschauen würde, wenn nicht die Hemisphären dieselben überwölbten. Zu beiden Seiten dieser Spalte liegen die Sehhügel, welche sich demnach als wesentliche Theile des Hirnstammes zu erkennen geben.

Complicirter Art sind die Bildungen, welche außer den Sehhügeln auf dem Boden, oder vielmehr an der Unterfläche des Zwischenhirnes sich entwickeln und dort den Hirntrichter mit dem Hirnanhange ausbilden. Der Hirntrichter selbst ist eine Aussackung dieses Bodens der Zwischenhirnhöhle, welche unmittelbar vor dem Ende der Axe des knöchernen Skelettes, der Wirbelsaite oder Chorda, sich gegen die Mundhöhle hinabsenkt. Man muß hier bedenken, daß bei jüngeren Embryonen, wo diese Aussackung des Hirntrichters sich bildet, die Nasenhöhle mit ihren hintern Gängen noch nicht gebildet ist, und daß demnach das Dach der Mundhöhle zugleich den Boden bildet, auf welchem die Basis des Gehirnes aufruht. Man denke sich den knöchernen Gaumen weggebrochen, dadurch die Mund- und Nasenhöhle in eine einzige geräumige Höhle verwandelt, und man wird etwa eine Anschauung dieser Verhältnisse haben. Indem nun der Boden des Zwischenhirnes sich ein wenig nach unten einsenkt, kommt ihm eine Aussackung des Daches der Mundhöhle entgegen, die sich mehr und mehr erhebt, und so endlich einen Beutel bildet, dessen Grund nach oben, gegen das Gehirn schaut, während von unten her, von der Mundhöhle aus, ein offenes Loch in die Höhle dieses Beutels führt. Dieses Loch schließt sich allmählig; der Beutel schnürt sich ab, verwächst mit der trichterförmigen Aussackung, welche ihm von dem Gehirne aus entgegenkam,

und bildet so den Hirnanhang, welchen man bei dem Erwachsenen an der Basis des Gehirnes unmittelbar hinter der Kreuzung der Sehnerven sieht. Der Hirnanhang ist demnach kein ursprünglicher Theil des Gehirns, sondern eine Produktion des Daches der Mundhöhle, welche sich von diesem ablöst, und mit der ihm entgegenkommenden Basis des Hirntrichters verwächst.

Außerordentlich einfach sind die Umwandlungen, welche das eigentliche Mittelhirn, oder die Vierhügelblase erfährt. Der Ansatz der Nervensubstanz geschieht fast gleichmäßig von allen Seiten, so daß die ursprüngliche Höhle in einen feinen Kanal umgewandelt wird, welcher in der Mittellinie zwischen den vier Hügeln sich hinzieht, die eigentlich nur eine einzige, durch eine oberflächliche, kreuzförmige Einsenkung geschiedene Masse bilden.

In der Zelle des Hinterhirns bleibt die Ueberwölbung der nur durch Hüllensubstanz geschlossenen Röhre anfangs lange zurück, bis endlich an dem vorderen Theile die Nervenmasse von den Seiten und von oben her sich zusammenwölbt, und so eine Lamelle darstellt, welche senkrecht auf dem Hirnstamme aufsitzt und von der Seite gesehen, wie ein gerader Pfeiler aussieht. Dieser Pfeiler, die erste Anlage des kleinen Gehirnes, wächst nun zuerst hauptsächlich nach hinten hin aus und zwar nur in seiner obern Partie, so daß er von der Seite gesehen, wie ein dicker, kurzer, gekrümmter Haken erscheint. Allmählig legt sich nun dieser Haken bei stetem Fortwachsen über die auf dem Boden der Nachhirnblase angesammelte Nervenmasse herüber, die sich nie zuwölbt, und bedeckt diese etwa in ähnlicher Art, wie die Hemisphären des großen Gehirnes das Mittelhirn bedecken. Während auf diese Weise das kleine Gehirn in seinem mittleren Theile sich ausbildet und auch nach den Seiten hin auswuchert, um seine Hemisphären zu bilden, wächst auch zugleich die Nervensubstanz in dem Stamme des Hinterhirnes und des Nachhirnes und bildet dort jene verschiedenen Stränge, grauen Knoten und quere Fasermassen, welche die Anatomen unter dem Namen der Brücke, der Oliven und der Pyramiden kennen.

Die Ausbildung des Rückenmarkes in seiner ganzen Länge ist äußerst einfach. Die ursprüngliche Nervensubstanz zeigt hier die Gestalt einer dünnen Hohlkehle, die von dem Boden aus nach den Seiten wuchert, sich allmählig mehr und mehr verdickt, endlich sich zuwölbt, und zuletzt, nachdem die innere Höhlung sich fast vollständig geschlossen hat, auch oben längs der Mittellinie zusammenwächst. In Folge dieser Schließung bleibt noch am längsten in der Mitte des Rückenmarks ein feiner Axenkanal übrig, der indessen auch noch vor der Geburt des Embryo mit Nervensubstanz erfüllt wird.

Die peripherischen Nerven entwickeln sich in den Organen überall nach dem oben angeführten Gesetze der allmähligen Differenzirung der Gewebe. Im Beginne der Entwicklung ist der ganze Leib des Embryo, wie wir schon öfters erwähnten, aus durchaus gleichartig gestalteten Zellen aufgebaut, welche nach und nach je nach der ihnen zukommenden Bestimmung sich in die verschiedenen Gewebe umwandeln. Die einen dieser Zellen bilden die Fasern des Muskelfleisches, jene die Primitivröhren der Nerven, diese die Blutgefäße und die Blutkügelchen, welche in diesen Gefäßen rinnen. Es ist somit ein Streit, welchen man in der letzten Zeit, namentlich in Frankreich über die Entstehung der Nerven anregte, durchaus thöricht und unbegründet. Ein Mann nämlich, welchen man nicht sowohl einen Naturforscher, als vielmehr einen Phantasten nennen muß, der über die von andern Forschern gelieferten Thatsachen träumt, behauptete, die Nerven wüchsen von der Peripherie gegen das Centrum hin, sie entstünden in den äußersten Enden der Organe und bohrten sich von diesen aus gleichsam gegen das Centralnervensystem hin, mit welchem sie am Ende zusammenstießen. Einen Beweis hiefür sollte der Umstand liefern, daß man Embryonen finde, welche kein Gehirn und Rückenmark besitzen, obgleich in ihren Organen sich Nerven nachweisen lassen. Daß dieß gar kein Beweis sey, liegt auf der Hand. Denn so gut der Entwicklungstypus eines Embryo die Differenzirung eines gewissen Organes hervorruft, eben so gut muß er auch in diesem Organe die Differenzirung der einzelnen

Elementartheile und damit auch der Nerven bedingen. Zu einem jeden Organe gehört eine gewisse Summe von Systemen elementarer Gewebe; ein Muskel besteht nicht nur aus Muskelfasern, sondern auch aus Zellgewebe, Blutgefäßen, Nervenröhren, die erst in ihrer Vereinigung einen Muskel ausmachen. Alle diese einzelnen Gewebe entstehen auf dem Platze aus den indifferenten Zellen, welche die Uranlage des Organes bildeten. Die Anlage der Nerven entwickelt sich also überall durch Differenzirung der Elementartheile. Diese Anlagen der peripherischen Nerven sind aber überall, wie die noch nicht veröffentlichten Beobachtungen eines meiner Freunde lehren, nur faseriger Natur, und lassen im Anfange die charakteristischen Primitivröhren der Nerven nicht erkennen. Diese bilden sich in der vorgezeichneten faserigen Anlage nach und nach aus und zwar in der That von dem Centrum aus nach der Peripherie hin. Ich habe mich selbst durch die Gefälligkeit meines Freundes überzeugt, daß die Primitivröhren sich erst in dem Stamme, dann in den Zweigen, zuletzt in den Endschlingen zeigen, daß sie anfangs abgerundet gegen die Peripherie hin endigen, und daß somit die Theorie jenes Forschers auch durch die spezielle Thatsache widerlegt wird.

Dreiunddzwanzigster Brief.

Die Sinnesorgane.

Die Entwicklung der drei hauptsächlichsten Sinnesorgane des Kopfes, des Auges, des Ohres und der Nase steht in bestimmten Beziehungen zu derjenigen des Gehirnes, und es zeigt sich hier eine gewisse Abstufung in diesen Beziehungen, welche gewiß nicht ohne Bedeutung für den Werth dieser einzelnen Organe ist. Die Uranlage des Auges ist ursprünglich ein Theil des Gehirnes selbst und die äußeren Theile, welche das Auge zusammensetzen helfen, treten erst später zu dieser Uranlage hinzu. Das Ohr zeigt sich bald nach dem Auge; — seine Uranlage ist im Anfange isolirt und tritt erst in späterer Zeit, wenn gleich noch immer ziemlich früh, mit dem Centralnervensysteme in Verbindung. Die Nase endlich entwickelt sich erst viel später, als die beiden andern Sinnesorgane und tritt auch nur sehr spät durch die Riechnerven in Verbindung mit dem Gehirne.

Was nun zuerst das Auge betrifft, so haben wir gesehen, daß die Uranlagen der beiden Augen in den seitlichen Ausbuchtungen der ersten primitiven Hirnblase der Zwischenhirnblase gegeben sind. Die Beobachtung bestätigt sonach keineswegs die Annahme, welche man aufgestellt hat, daß die Augen aus einem einzigen unpaaren Rudimente entstünden, welche sich bei fortschreitender Entwicklung in zwei Hälften trenne, deren jede sich zu einem Auge entwickle. Man glaubte durch diese Annahme jene Mißgeburten erklären zu können, welche man unter dem

Namen der Cyclopen bezeichnet, und wo statt zwei seitlicher, nur ein einziges mittleres Auge existirt. Es kann indeß keinem Zweifel unterliegen, daß diese Ansicht eine falsche ist, da die Beobachtungen unwiderleglich darthun, daß die zwei ursprünglichen Rudimente der Augen seitlich in Form blasenförmiger Ausbuchtungen auftreten.

Die seitliche Blase, welche das Urrudiment des Auges darstellt, überwölbt sich von allen Seiten her schon früh mit Nervensubstanz und hat nun die Gestalt einer hohlen Birne, deren Stiel in das Zwischengehirn einmündet. Die Blase selbst ist mit Flüssigkeit gefüllt, welche mit derjenigen in der Hirnhöhle durch den hohlen Stiel communicirt. Da diese Flüssigkeit durchaus wasserklar, die Nervensubstanz aber ebenfalls sehr durchsichtig ist, so erblickt man in diesem frühen Entwicklungsstadium die Augen bei der Seitenlage des Embryo als zwei sehr helle Doppelringe, deren Mitte wie ein rundes Loch erscheint. Die birnförmigen Blasen drängen nun bei fortschreitender Entwicklung, zumal da die Hemisphären sich zwischen ihnen wölben, mehr und mehr nach außen hin. Ihr hohler Stiel, der zukünftige Sehnerv, verlängert sich mehr und mehr, und so kommt es denn, daß wir bei den jungen Embryonen die Augen ganz seitlich an dem Kopfe, etwa wie bei einem Rinde gestellt sehen. Die Augen besitzen zugleich schon bei ihrem ersten Auftreten eine verhältnißmäßig ungeheure Größe, so daß schon mancher Anfänger in der Entwicklungsgeschichte sie bei den ersten Embryonen, welche ihm unter die Hand fielen, verkannt haben mag.

Die hohle Blase, welche das ursprüngliche Augenrudiment bildet, entspricht keineswegs dem ganzen Auge, sondern einzig nur der Nervensubstanz desselben, nämlich der Netzhaut und dem Sehnerven. Die Augenblasen sind in Folge ihres Hervordrängens nach außen an der Peripherie nur von einer dünnen Schicht embryonaler Substanz überzogen, während an dem Grunde einer jeden Blase, zwischen ihr und dem Gehirne, in der Umgebung des hohlen Sehnervens eine größere Masse von Bildungsmaterial angehäuft ist. Man kann also füglich behaupten, daß

bald nach dem ersten Auftreten der Augenblasen dieselben hart an der äußeren Haut anliegen, welche darüber continuirlich weggeht, und daß zu dieser Zeit keine andern Augentheile existiren, als die blasenförmige Netzhaut, die unmittelbar an der äußeren Haut anliegt.

Das nächste Organ, welches sich nun bildet, ist die Linse mit ihrer Kapsel. In der Mitte der zarten Zellenhaut nämlich, welche die Augenblase als Fortsetzung der äußeren Haut überzieht, gewahrt man schon sehr früh eine tellerförmige Grube, deren Grund sich stets mehr und mehr nach innen hin vertieft. Bald stellt diese Grube einen Beutel dar, in welchen von außen her eine Oeffnung führt, die, anfangs weit, sich stets mehr und mehr verengert und endlich sich ganz verschließt, so daß dann der ursprüngliche Beutel in Gestalt eines kugelförmigen Säckchens, das rundum abgeschlossen ist, an der Innenfläche der äußeren Haut zurückbleibt. Dieses Säckchen, das in seinem ganzen Umfange aus ebenso abgeplatteten polyedrischen Zellen besteht, wie die äußere Haut selbst, ist nichts anders als die Kapsel der Linse. Diese Kapsel füllt sich im Innern mit Zellen, aus welchen dann später die eigenthümlichen Linsenfasern sich entwickeln. Die Linsenkapsel ist demnach nichts anders, als eine sackförmige Umstülpung der äußeren Haut, welche dem von dem Nervensysteme ausgehenden Augenrudimente etwa in ähnlicher Weise entgegenkommt, wie die oben beschriebene Einstülpung des Mundddaches, welche den Hirnanhang bilden soll, der dem von der zweiten Hirnhöhle aus sich entwickelnden Hirntrichter entgegenwächst. In Folge dieser eigenthümlichen Entstehungsweise des Linsensystemes, die jetzt in übereinstimmender Weise durch mehrere Beobachter bei dem Hühnchen, den Fischen und den Sepien aufgefunden wurde, zeigt sich die Linse mit ihrer Kapsel auch stets bei jungen Embryonen hart an der Innenfläche der äußeren Haut anliegend. Erst in späterer Zeit trennt sie sich von dieser Verbindung mit der äußeren Haut, und drängt mehr gegen den Grund des Auges hin, bis sie diejenige Stelle etwa in der Mitte des Augapfels erreicht, welche sie in dem Erwachsenen einnimmt.

Man hatte in früheren Zeiten, als man noch die Bildung sämmtlicher Organe aus Faltungen der verschiedenen Keimhautblätter zu erklären suchte, vielfach von Einstülpungen und Ausstülpungen dieser Blätter gesprochen, ohne indeß diese Vorgänge durch genaue Beobachtungen belegen zu können. Die neueren Nachforschungen haben nun gelehrt, daß sowohl bei der Linse, als bei dem Hirnanhang Vorgänge dieser Art unzweifelhaft existiren, obgleich man auch hier nicht jene grobmechanischen Ansichten von Faltungen, Aus- und Einstülpungen beibehalten darf, welche man nur zu leicht mit diesen Ausdrücken verbindet. Wenn man die allmählige Ausbildung des Linsensackes, seine Vertiefung nach innen, seine allmählige Abschnürung beobachtet, so kann man sich allerdings nicht leicht der Vorstellung erwehren, als drücke eine unsichtbare Macht gleichsam nach und nach von außen mit einem Stäbchen die äußere Haut in das Augenrudiment hinein und treibe jene beutelförmige Ausbuchtung vor sich her. Offenbar ist indeß diese Einstülpung das Resultat eines allmähligen Wachsens nach innen, ganz so, wie auch die Ausstülpungen, von welchen wir bei der Entwicklung des Darmkanales reden werden, ebenfalls durch Auswachsen und späteres Auseinanderweichen der die Zellenmassen bildenden Organe gebildet werden.

Verfolgen wir nun die Bildung des Auges weiter, so sehen wir, unmittelbar nachdem die Linsenkapsel sich in ihrer sackförmigen Gestalt herangebildet hat, an der hinteren Fläche dieses Beutels eine Ansammlung wasserheller, formloser Substanz entstehen, welche Anfangs nur in sehr geringer Quantität vorhanden ist und die hintere Fläche der runden Linsenkapsel umfaßt, etwa wie das Becherchen die hintere Fläche einer Eichel. Diese durchsichtige Substanz, welche während ihrer Entwicklung stets röthlich aussieht, und von vielen Blutgefäßen durchzogen ist, ist das erste Rudiment des Glaskörpers, dessen Masse stets mehr und mehr zunimmt und bald diejenige der Linse an Größe übertrifft.

Durch die Wucherung des Glaskörpers, sowie durch das

Drängen der Linse nach innen wird die vordere Fläche der Netzhautblase mehr und mehr nach innen gegen ihre hintere Fläche zurückgedrängt. So kann man dann bald zwei Blätter der Netzhaut unterscheiden, ein vorderes eingebogenes, das den Glaskörper in seine Einbiegung aufnimmt und ein hinteres, das mit dem Sehnerven im Zusammenhang steht. Je mehr die Zurückdrängung zunimmt, desto mehr nähern sich auch diese beiden Blätter der Netzhautblase einander, während die sie trennende Höhle und die in derselben enthaltene Flüssigkeit allmählig ganz und gar verschwindet. Aus der ursprünglichen Blase wird auf diese Weise durch das Zurückdrängen der vorderen Fläche eine Haut in Gestalt eines Spitzglases erzeugt, dessen Fuß dem Sehnerven, der Becher der Netzhaut entspräche, eine Form, welche in der That diejenige der Netzhaut in dem ausgebildeten Auge ist.

Die Entwicklung der hauptsächlichen strahlenbrechenden Gebilde des Auges geht demnach durch die Einstülpung der Linse von außen nach innen, und ist in sich sehr wesentlich verschieden, indem dieß Linsensystem ursprünglich ein Entwicklungsprodukt der äußeren Haut ist, während der Glaskörper von seinem ersten Erscheinen an durchaus selbstständig auftritt. Ganz unabhängig von allen diesen Gebilden entwickelt sich nun die Aderhaut oder Choroidea, welche durch ihr schwarzes Pigment schon von früher Zeit an sehr kenntlich ist. Wir bemerkten oben, daß um den Sehnerven herum eine größere Menge von Bildungsmaterial angehäuft sey, und daß dieß namentlich an der obern Fläche des Sehnervenrohrs zwischen ihm und dem Gehirne in größerer Menge sich finde, während nach unten hin der Sehnerv fast unmittelbar auf dem Dache der Mundhöhle aufliegt. Die Bildung der Aderhaut geschieht nun in der Weise, daß an dem Punkte, wo der Sehnerv zur Netzhautblase anschwillt, sich eine Anfangs durchsichtige Schicht zu differenziren beginnt, welche in ihrem Wachsthume allmählig nach vorn und oben fortschreitet und die Netzhautblase überzieht, während sie zugleich durch Ablagerung schwarzen Pigmentes nach und nach sich dunkel färbt. Man kann sich dieß Wachsthum nicht besser anschaulich machen,

als wenn man die eine geöffnete Hand allmählig von oben und hinten her über eine Kugel wegschiebt und dieselbe zu umfassen strebt. Ganz in ähnlicher Weise wächst auch die Aderhaut von hinten und oben her allmählig über die Netzhautblase weg und strebt dann diese auch nach unten hin zu umfassen. Unter dem Einflusse dieses Wachsthums plattet sich das ursprünglich runde Sehnervenrohr seitlich ab und geht dann in die Augenblase in der Form eines platten Bandes über, dessen Eintrittsstelle an der untern und innern Seite des Auges sich befindet. Verlängert man diese streifenartige Eintrittsstelle der Sehnerven nach vornen hin, so erhält man eine Linie, die an der untern und innern Seite des Augapfels verläuft. In dieser Linie geschieht die Vereinigung der um die Augenblase herumwachsenden Aderhaut. Die Narbe dieser Vereinigung bleibt noch längere Zeit dadurch sichtbar, daß sich kein schwarzes Pigment in derselben ablagert, und so sich dieselbe auf der schwarzen Aderhaut als weißer Streifen abzeichnet.

Man kann sich von diesem allmähligen Herumwachsen der Aderhaut um die Netzhautblase leicht überzeugen, wenn man hinlänglich junge Embryonen untersucht. Man sieht dann bei der seitlichen Ansicht des Embryo oftmals die Aderhaut nur in Gestalt eines stark gekrümmten Halbmondes, welcher die obere Hälfte der Augenblase umfaßt. Die beiden äußersten Spitzen dieses Halbmondes krümmen sich mehr und mehr nach unten und umfassen bald die Augenblase ganz, indem sie sich unten und innen Anfangs nur in einem Punkte berühren und in der Mitte ein birnförmiges Loch zwischen sich lassen, das ursprüngliche Sehloch, das nach und nach durch Vergrößerung der Berührungsstelle aus der birnförmigen Gestalt in eine vollkommen runde übergeht.

Bei dem Anwachsen nach vorn hat sich die Aderhaut unmittelbar an die innere Wand der äußeren Haut angelegt und sich somit zwischen diese und die verhältnißmäßig noch sehr große Linsenkapsel eingeschoben. Untersucht man daher das Auge eines Embryo aus der Periode, wo die Aderhaut eben ihre Umwachsung

vollendet hat, so findet man keine vordere Augenkammer, wie bei dem Erwachsenen, keine Iris in Gestalt eines beweglichen senkrechten Vorhanges, sondern man sieht, daß die weit ausgeschnittene Aderhaut unmittelbar an der äußeren Augenhaut anliegt, daß die Linse mit der innern Fläche der äußern Augenhaut in Berührung ist und in ihrer Peripherie von dem ausgeschnittenen Rande des in der Choroidea ausgeschnittenen Sehloches berührt wird. Es beginnt nun die genauere Differenzirung der Hornhaut und der Sklerotika als äußere Hüllen des Augapfels, die im Anfange von der umgebenden Bildungsmasse nicht gehörig getrennt werden konnten und bei ihrem ersten Auftreten einander sehr ähnlich sehen, weil die Sklerotika anfangs ganz durchsichtig ist wie die Hornhaut, und erst später ihre eigenthümlichen Fasern sich ausbilden.

Die letzte Bildung des innern Augapfels bezieht sich auf das Zurückweichen der Linse nach dem Grunde des Auges hin und die damit verbundene Entwicklung der vordern Augenkammer, der Iris und der Häute, welche bei dem Embryo die Pupille verschließen und mit der Kapselwand in Verbindung setzen. Der freie Vorhang der Iris entsteht offenbar auf die Weise, daß der vordere Rand der Choroidea, nachdem die Spalte geschlossen ist, sich theilweise von seiner Berührung mit der Hornhaut ablöst, weiter nach innen vorwächst, und auf diese Weise ringartig die Pupille verengert. Wir haben gesehen, daß bei der ursprünglichen Lagerung der Theile die Linse an der innern Hornhautfläche selbst anhing und von der Pupille eng umschlossen wurde. Es möchte fast scheinen, als hänge die Ablösung der Linse von der Hornhaut damit zusammen, daß die Choroidea sich vorn an der Innenfläche der Hornhaut zu einem vollständigen Sacke schließt, der anfangs der Hornhautfläche anliegt, dann in seinem vordern Theile zurückweicht, und während dieses Zurückweichens ringartig Pigment in dem Umkreise des Sehloches ablagert. So viel ist wenigstens Thatsache, daß sobald die Iris gebildet ist, ihre mittlere Oeffnung die Pupille mittelst einer durchsichtigen aber gefäßreichen Haut verschlossen

ist, die sich bis gegen die Geburt hin erhält und erst zu dieser Zeit allmählig durch Auffaugung verschwindet. Diese Haut, welche den Namen der Pupillarmembran trägt, ist eigentlich nur der vordere Theil eines Sackes, der nach innen durch das Sehloch hindurch auf die Linsenkapsel sich fortsetzt und diese gänzlich umhüllt. Dieser gefäßreiche Sack, den man den Kapsel-Pupillarsack genannt hat, der heftig bestritten wurde, dessen Existenz aber jetzt mit der evidentesten Gewißheit dargethan ist, bildet sich ebenfalls allmählig gegen die Geburt hin zurück und verliert sich vollständig. Da er die Linse gänzlich umhüllt und nach vorn hin zu der Pupille gehend an dem Rande derselben sich befestigt, so scheint seine Entstehung mit dem Zurückweichen der Linse in gewisser Beziehung zu stehen, die noch nicht näher ermittelt ist.

Ueberblicken wir die Entstehungsgeschichte des Augapfels noch einmal im Ganzen, so sehen wir, daß die verschiedenen Theile desselben in durchaus verschiedener Weise sich ausbilden, und daß fünf verschiedene Organanlagen sich mit einander combiniren, um die so verwickelte Bildung des Augapfels herzustellen. Die Netzhaut, mit dem Sehnerven, der Glaskörper, die Linse mit ihrer Kapsel, die Aderhaut mit der Iris, die Hornhaut mit der Sklerotika, entstehen alle gesondert für sich und in unabhängiger Weise von einander.

Bis zu dem Anfange des dritten Monates etwa liegen die Augen noch ganz frei an der äußern Fläche des Kopfes, und die äußere Haut geht glatt über sie weg. Die Augenlieder beginnen dann sich in Form zweier schmaler Hautfalten zu zeigen, die sich schnell vergrößern, über die vordere Fläche des Augapfels hinüber einander entgegen wachsen, schon gegen Ende des dritten Monates den Augapfel ganz bedecken und sogar in der Augenliedspalte mit einander verwachsen. Bei dem menschlichen Embryo löst sich diese Verwachsung schon ziemlich lange vor der Geburt. Bei vielen Thieren hingegen, wie z. B. den Fleischfressern, kommen die Jungen mit geschlossenen Augen zur Welt und öffnen sie erst einige Tage nach der Geburt.

Das Ohr und zwar das innere Ohr oder das Labyrinth zeigt sich in seiner ersten Anlage auf jeder Seite des Nackens als ein vollkommen rundes, wasserhelles Bläschen, das eine dicke Wandung hat, welche unter dem Mikroskop sich als Ring darstellt. Jedes Bläschen ist vollkommen kugelig und durchaus abgeschlossen von der Nachhirnzelle, zu deren Seiten es liegt. Man glaubte früher, das ursprüngliche Ohrbläschen verdanke seine Entstehung einer ähnlichen Wucherung, wie diejenige, welche dem Rudimente der Augen das Daseyn gibt. Neuere Untersuchungen haben indessen nachgewiesen, daß das Bläschen von Anfang an durchaus isolirt sey und erst später durch einen hohlen Stiel, den Gehörnerven, mit dem Nachhirne in Verbindung trete. Da der Kopf bei dem Embryo verhältnißmäßig ungeheuer groß ist und sich erst später durch Verkürzung seiner Basis zusammenschiebt, so scheint das Ohrsäckchen anfangs ungemein weit von der Augenblase entfernt. Es begegnet jungen Embryologen sehr häufig, die Kopfbeuge, welche sich doch erst in der Mitte des Kopfes befindet, für dessen Ende zu halten, und sich dann zu wundern, daß die beiden primitiven Ohrbläschen so weit hinten am Halse liegen, während sie in der That unmittelbar neben dem Anfange des Nachhirnraumes fast senkrecht über dem vordern Ende des Herzens sich befinden; eine Lagerung, die sich durch die starke Ueberbeugung des Kopfes gegen die Brust hin erklärt.

Das Ohrbläschen wächst, nachdem es sich durch den erwähnten Stiel des Hörnerven mit dem Gehirne in Verbindung gesetzt hat, sehr rasch nach allen Seiten hin aus und verwandelt allmählig seine kugelige Gestalt in diejenige einer dreiseitigen Pyramide, deren Spitze nach oben gekehrt ist. Bei der Seitenlage des Embryo erscheint demnach jetzt das Ohrbläschen in der Gestalt eines Dreiecks, das beinahe gleiche Seiten besitzt. Um dieses Dreieck herum lagert sich nun eine bedeutende Menge von Bildungsmaterial, welches sehr bald in zelligen Knorpel übergeht, so daß nun das ganze Rudiment des Ohres von einer knorpligen Kapsel umhüllt ist, welche die weiteren Vorgänge im

Innern ziemlich verbirgt. Es scheint, daß diese Knorpelmasse von allen Seiten her in die Pyramide des Ohrbläschens hineinwuchert und die Ränder derselben abschneidet, so daß nun die drei Bogengänge oder halbzirkelförmigen Kanäle aus den Seiten der Pyramide hervorgehen, während die Basis der Pyramide als Säckchen überbleibt und den Vorhof des Labyrinthes bildet. Dieß scheint mir wenigstens nach Beobachtungen an äußerst durchsichtigen Fischembryonen der wesentliche Bildungshergang der halbzirkelförmigen Kanäle, und es steht mit dieser Ansicht die Bildung der Kanäle selbst in Einklang, welche im Anfang kurz, verhältnißmäßig sehr weit, nur sehr wenig gebogen und durch geringe Zwischensubstanz von einander getrennt sind. Mit der Zunahme dieser knorpligen Zwischensubstanz entwickelt sich die Biegung der Kanäle immer mehr, während die Kanäle selbst zugleich dünner und schlanker werden. Nur die Einmündungsstellen der Kanäle in den Vorhof bleiben in ihrer ursprünglichen Weite und sacken sich sogar aus, um die Ampullen zu bilden. Auf dieser Stufe der Bildung bleibt bei den meisten Fischen das Ohr Zeitlebens stehen, indem es bei diesen Thieren nur aus den halbzirkelförmigen Kanälen, dem Vorhofe und einem unteren Kalksacke besteht, der größtentheils dem Hörnerven zur Ausbreitung dient. Dieses ganze Ohr bleibt stets in den Knochen und Knorpeln des Kopfes verborgen und erhält nie äußere Theile. Bei den höhern Thieren bildet sich an dem ursprünglichen Ohrlabyrinthe zuerst noch die stumpfe Kapsel der Schnecke, welche bei fortdauerndem Wachsthum sich spiralig einrollt und so diejenige Gestalt gewinnt, welche sie bei dem erwachsenen Thiere besitzt.

Das mittlere und äußere Ohr, welche der Zuleitung der Schallstrahlen bestimmt sind, entwickeln sich ganz abgesondert von dem innern Ohr und den ursprünglichen Kiemenbogen und Kiemenspalten des Embryos. Wir werden später sehen, daß der Embryo der höhere Thiere in der That bei der ersten Entwicklung des Gesichtes und des Halses dort förmliche Kiemenspalten besitzt, welche durch bogenartig gekrümmte Fortsätze, die

Kiemenbogen, von einander getrennt sind. Der vorderste dieser Kiemenbogen wird großentheils zum Unterkiefer, und das obere Ende der Spalte, welche ihn von dem zweiten Kiemenbogen trennt, bildet sich zum mittleren und äußeren Ohr um. Dieß scheint auf den ersten Anblick kaum glaublich, und in der That haben erst die Untersuchungen der neueren Zeit diese Vorgänge mit größerer Bestimmtheit kennen gelehrt. Betrachtet man den Schädel eines Erwachsenen, an welchem der Unterkiefer abgenommen ist, so sieht man hinter der äußeren Ohröffnung eine länglich griffelartige Spitze herabgehen, an welcher ursprünglich das Zungenbein befestigt ist, und die selbst einen Theil des Schläfenbeines ausmacht, in welchem das mittlere Ohr vergraben liegt. Stellt man sich nun vor, daß der Unterkiefer statt beweglich in seinem Gelenke aufgehängt zu seyn, in demselben angewachsen wäre, so würde man zwischen dem Unterkiefer und dem Griffelfortsatze eine Spalte sehen, die in den hintern Theil der Rachenhöhle führt, und über deren oberem Ende sich der Gehörgang und das mittlere Ohr befänden. Es bedürfte nur eines Hammerschlages, um mit dem Meisel diese geschlossene Trommelhöhle zu öffnen und in das obere Ende der Spalte zu verwandeln. Eine solche Bildung findet sich aber Anfangs beim Embryo. Statt eines beweglich angehefteten Unterkiefers findet sich ein Streifen von Bildungsmasse, welcher ununterbrochen von der Schädelbasis aus nach unten sich fortsetzt. Statt eines mehrfach gegliederten Zungenbeinhorns und eines Griffelfortsatzes findet sich ein zweiter solcher Streifen von Bildungsmasse, der von dem ersten durch eine tiefe Spalte getrennt ist, welche in die Rachenhöhle führt.

Das obere Ende dieser Spalte schließt sich nun durch Wucherung der Bildungsmasse ab und bildet eine Röhre, die von außen nach innen führt und durch die besondere Entwicklung der Theile im Knie gebogen wird. Das Knie selbst erweitert sich blasenartig und wird zur Trommelhöhle, das äußere Ansatzstück wird äußerer Gehörgang, das innere nach der Rachenhöhle führende Stück Eustachische Trompete. Die Knöchelchen

des inneren Ohres entstehen theils aus den beiden Kiemenbogen selbst, theils aus der Bildungsmasse, welche das mittlere Ohr von dem unteren Theile der Kiemenspalte abschließt. Der Hammer mit dem Ambos entstehen aus dem ersten Kiemenbogen, und ersterer bildet, wie wir sehen werden, gleichsam die Grundlage des ganzen Unterkiefers; — der Steigbügel bildet sich aus dem zweiten Kiemenbogen und ist nichts anderes als die abgelöste obere Fortsetzung des Griffelfortsatzes; — der Trommelfellring endlich nebst dem Trommelfelle entwickelt sich aus dem Schließungsmaterial der Kiemenspalten.

Das äußere Ohr bildet sich aus einer Hautfalte, die sich allmählig mehr und mehr erhebt, und die Form der Muschel annimmt, die wir bei dem Erwachsenen kennen.

Es geht aus dem Gesagten zur Genüge hervor, daß auch das Ohr seiner Entstehung nach ein complicirtes Organ sey, welches sich im Laufe der Entwicklung aus mehreren anfänglich streng geschiedenen Theilen zusammensetzt. Das Labyrinth entsteht selbstständig für sich; die Nervensubstanz kommt ihm von innen her entgegen und bildet sich in dasselbe als Hörnerve hinein, während das mittlere Ohr von außen her sich an das Labyrinth anlegt und mit ihm verbindet. Wollte man nach Vergleichungspunkten zwischen dem Ohre und dem Auge suchen, so würde man erkennen müssen, daß das Linsensystem in ähnlicher Weise sich von außen nach innen fortschreitend entwickelt, wie das mittlere Ohr, das dem Stiel des Ohrbläschens der ursprünglichen Netzhautblase und den Sehnerven entspricht, und daß dem Ohrbläschen selbst als isolirt entstehendem Theile nur der Glaskörper, seiner selbstständigen Entwicklung wegen, verglichen werden kann.

Die Nase zeigt sich zuerst in Form zweier meist länglich eiförmiger Grübchen, welche an der vordern Fläche des Kopfes nahe an der Mittellinie sich befinden. Eine Linie, welche man von einer Augenblase zur andern ziehen würde, träfe auch diese

beiden äußern Nasengruben, die Anfangs ganz flach und sogar durch ihre aufgewulsteten Ränder etwas über die Fläche des Kopfes erhaben sind. Einer jeden dieser grubenförmigen Einsenkungen wächst von der unteren Fläche der Hemisphären, und zwar von der Stelle, wo sich auf dem Boden der Großhirnzelle der Streifenhügel erhebt, ein kolbenartiges Gebilde entgegen, welches sich allmählig der innern Seite der Nasengrube nähert, mit dieser verwächst und dann den Riechnerven darstellt. Die erste Anlage der Nase wird demnach jederseits aus einer äußerlichen nach hinten geschlossenen Grube gebildet, an deren Innenfläche die hohlen Riechnerven ansitzen.

Ich muß offen gestehen, daß mir die weitere Ausbildung dieser Nasengruben zu der bei den höheren Wirbelthieren vorhandenen nach hinten offenen Nase noch nicht völlig klar geworden ist. So viel scheint mir indeß sicher, daß diese Nasengruben nicht den äußeren Nasenöffnungen, sondern vielmehr dem Orte entsprechen, wo der Riechnerv durch die Siebbeinplatte an die Nasenschleimhaut herantritt, und daß demnach die ganze äußere Nase und die nach hinten sich öffnenden Nasengaumengänge um diese ursprünglichen Nasengruben herumgebildet werden und gleichsam einem Vorbaue derselben entsprechen. Das zwischen und hinten bei den Nasengruben angehäufte Bildungsmaterial verknöchert allmählig, wächst nach den Seiten herum aus und bildet so die Scheidewand der Nasenhöhle, die Riechmuscheln und die Siebbeinplatte; — alle Theile, welche meiner Ueberzeugung nach gesondert entstehen und anfänglich in ihrer Gesammtheit eine Art knorpliger Kapsel um die Nasengrube bilden, welche deren Grund wie ein in der Mitte getheilter Becher umfaßt. Die Bildungsmasse, welche die ursprünglichen Nasengruben nach unten hin umgibt und von der Mundhöhle trennt, entwickelt sich zu einem besondern Knochen, dem Zwischenkiefer, welcher indeß bei dem Menschen sehr bald mit dem Oberkiefer sich vereinigt. Dieser selbst ist ein innerer wagerechter Fortsatz des ersten Kiemenbogens, der von beiden Seiten her gegen die Mitte hin vorwächst. Auf diese Weise entsteht der knöcherne Gaumen, welcher

ein Zwischendach bildet zwischen der Mundhöhle und der Schädelbasis. Das Resultat dieser Vereinigung der beiden Oberkiefer mit dem mittleren Sporne, der als Zwischenkiefer, Pflugscharbein, und senkrechte Siebbeinplatte die beiden Nasengruben trennt, ist eben die Bildung zweier horizontalliegender Gänge, der beiden Nasengaumengänge. Der Eingang derselben überwölbt sich dann nach vornen durch die äußere Nase, deren Scheidewand Anfangs noch sehr breit ist, später aber allmählig immer dünner wird.

Aus dieser Bildungsweise des knöchernen Gaumens durch allmähliges Verwachsen nach innen erklärt sich sehr leicht eine Mißbildung, die man unter dem Namen des Wolfsrachens kennt. Sehr häufig nämlich entwickelt sich der Oberkiefer nur unvollständig. Er erreicht nicht die innere Scheidewand der Nasengruben, und es bleibt dann eine Längsspalte, welche die Mundhöhle mit der Nasenhöhle in Verbindung setzt. Eine äußere Andeutung dieser unvollständigen Vereinigung ist die Hasenscharte, welche zuweilen doppelt, meist nur auf einer Seite entwickelt ist.

Vierundzwanzigster Brief.

Das Skelett.

Die Entstehung der ersten Anlage des Skelettes führt auf die früheste Zeit der embryonalen Entwicklung zurück, nämlich zu derjenigen Epoche, wo sich in dem serösen Blatte der Keimhaut die Primitivrinne gebildet hat, innerhalb welcher, wie wir gesehen haben, das Nervensystem sich ausbildet. Unmittelbar nach dem Auftreten dieser Rinne erblickt man in der Längenaxe des Körpers einen mehr oder minder dunklen cylindrischen Strang, der den Boden der Primitivrinne zu bilden scheint, in Wahrheit aber auch nach oben von einer geringen Menge embryonaler Substanz bedeckt ist. Man nennt diesen Strang, der durchaus cylindrisch ist, die Rückensaite oder Chorda. Sie zeigt sich bei allen Embryonen äußerst früh, bildet sich aber bei den niedern Wirbelthieren weit mehr aus, als bei den Säugethieren. Sie entsteht auf die Weise, daß anfänglich mit dunkler Körnermasse gefüllte Zellen sich linear aneinanderreihen und später zu einer homogenen Masse zusammenschmelzen. In dieser Masse entwickeln sich nun kleine, vollkommen durchsichtige, wasserhelle Zellen, die sich allmählig mehr und mehr vergrößern, die körnige Ursubstanz verdrängen und so dem Strange ein vollkommen durchsichtiges Ansehen geben; daher kommt es denn auch, daß die Chorda unmittelbar nach ihrem Entstehen dunkler erscheint, als die umgebende Embryonalmasse, während in späterer Zeit gerade der umgekehrte Fall eintritt.

Zu gleicher Zeit, wie sich diese Zellenmasse in der Chorda selbst entwickelt, differenzirt sich auch von außen um dieselbe herum eine Schicht von Belegungsmasse, welche nach und nach zunimmt und eine dicke Scheide um die Chorda bildet, so daß diese jetzt als ein cylindrisches, mit Zellen angefülltes Rohr erscheint. Diese Belegungsmasse wuchert nun namentlich an einzelnen Stellen bedeutend nach den Seiten hinaus und stellt sich so in Form kleiner viereckiger Blättchen dar, deren Bildung in der Nackengegend unmittelbar an dem hinteren Ende der Nachhirnzelle beginnt und von dort aus rasch nach hinten fortschreitet. Diese viereckigen Blättchen, welche aus dunkler körniger Substanz gebildet und nur durch dünne Zwischenräume von einander getrennt sind, lagern sich sehr genau symmetrisch von beiden Seiten her an die Chorda an. Sie sind die ersten Rudimente der Wirbelkörper. Diese Platten wachsen nun allmählig von der Seite her nach oben und unten um die Chorda herum und umgeben dieselbe in Gestalt von Ringen. Jeder Wirbelkörper bildet demnach in seinem ursprünglichen Zustande einen Ring um die Chorda, der bei den höheren Wirbelthieren zu beiden Seiten angeschwollen ist, so daß bei der Ansicht des Embryo von oben oder unten stets noch die Ringe in Gestalt viereckiger Platten erscheinen. Bei dem fernern Fortwachsen des Wirbelkörpers nach innen wird die von ihnen umschlossene Chorda allmählig verdrängt und bei den höheren Wirbelthieren gänzlich verzehrt, während sie bei den Fischen noch als gallertartige Substanz in den Höhlungen der Wirbelkörper übrigbleibt. Bei den Fischen und nackten Amphibien zeigt sich indeß auch noch der Unterschied in der Entwicklung der Wirbelkörper, daß dieselbe nicht zu beiden Seiten der Chorda in Gestalt quadratischer Plättchen auftreten, sondern daß sie gleich vom ersten Augenblicke an vollständige Ringe um die Chorda bilden, welche überall eine gleichmäßige Dicke besitzen.

Die Belegungsmasse der Chorda beschränkt sich indeß nicht einzig darauf, daß sie eine Scheide um den inneren Zellenstrang bildet, sie setzt sich auch nach oben gegen die Rückenfläche hin

fort, und differenzirt sich hier in Gestalt eines zweiten Rohres, welches das Rückenmark umhüllt. So stellen es wenigstens die meisten Embryologen dar. Es hat mir indessen scheinen wollen, als sey dieses Umhüllungsrohr des Rückenmarkes eine selbstständige Bildung, welche nun später mit der Belegungsmasse der Chorda in Verbindung tritt, ohne dieser von Anfang an anzugehören. Wie dem auch sey, so viel ist gewiß, daß in diesem Umhüllungsrohre selbstständig und in durchaus unabhängiger Weise, aber den Wirbelkörpern entsprechend, einzelne Knochenstücke entstehen, welche nach oben und unten fortwachsen und im Spitzbogen über dem Rückenmarke sich vereinigen, während sie nach unten auf den Wirbelkörper sich aufsetzen. Diese symmetrischen Stücke, welche isolirt für sich entstehen und bei vielen Embryonen sogar viel früher verknöchern, als die Wirbelkörper selbst, sind die Bogenstücke oder hinteren Wirbelbogen.

In ähnlicher Weise sondern sich auch in der Embryonalmasse, welche die Bauchwände bilden soll, selbstständige Skelettstückchen aus, welche sich bogenförmig nach unten krümmen und die Eingeweide zu umfassen streben. Auch diese Stücke, welche je nach den einzelnen Wirbeln zu Rippen, queren oder schiefen Fortsätzen werden, entstehen selbstständig für sich in der Embryonalsubstanz und vereinigen sich erst später mit dem Wirbelkörper. Man hat öfter die Entstehung der Wirbel und der Wirbelfortsätze in der Art dargestellt, als entstehe zuerst der Wirbelkörper und als strahlten dann aus diesem centralen Punkte die einzelnen Fortsätze hervor und krümmten sich bogenförmig einerseits nach oben um das Rückenmark, andererseits nach unten um die Eingeweide und die großen Gefäße herum, so daß also das Schema des Wirbeltypus eine 8 sey, in deren Verschlingungspunkt der Wirbelkörper liege, während nach oben und unten hin die Fortsätze zur Umfassung der angegebenen Theile vorhanden wären. Das Bild ist allerdings richtig; — die Entstehungsweise der 8 aber darin verschieden, daß jedes Stück für sich selbstständig entsteht, und erst später mit den andern zusammenschießt.

Die wesentliche Bedingung zur Entstehung eines Wirbels ist die Chorda, und man kann als Grundsatz aussprechen, daß nirgends ein Wirbelkörper sich entwickelt, wo nicht vorher eine Chorda ihm als Grundlage gedient habe. Deßhalb sieht man auch bei den Embryonen, deren Hintertheil sich zu einem Schwanze verlängert, die Chorda nach und nach in den Schwanz sich fortsetzen und dort gleichsam die Wirbelbildung anregen. Bei vielen Thieren bleibt die Chorda das ganze Leben hindurch in dem ursprünglichen embryonalen Zustand. Das niederste Wirbelthier, welches man bis jetzt kennt, der Amphioxus, besitzt gar keinen andern Skeletttheil. Bei den Lampreten und Neunaugen, sowie bei den Stören gesellen sich zu dieser persistirenden Chorda selbstständige knorpelige Bogenstücke, und wenn man die Reihe der Wirbelthiere aufwärts verfolgt, so lassen sich alle Stadien der Entwicklung, welche man bei den Embryonen kennt, in dem Baue der Wirbelsäule erwachsener Thiere nachweisen.

Wir haben oben bemerkt, daß die vorderste Wirbelplatte unmittelbar hinter dem Ende der Nachhirnzelle sich zeigt. Die Chorda ragt indeß weiter nach vorn über diesen ersten Wirbelkörper des Halses hinaus. Ihr vorderes Ende, das wie ein zugespitzter Pfahl in der umgebenden Embryonalmasse steckt, findet sich zwischen den beiden Ohrbläschen in der Gegend, wo die Blase des Mittelhirnes beginnt. Man hat noch nie einen Embryo entdeckt, bei welchem das vordere Ende der Chorda weiter nach vornen über das Mittelhirn hinausgeragt hätte.

Die Belegungsmasse der Chorda, in welcher, wie wir oben gesehen haben, die ersten Wirbelanlagen sich differenziren, bildet von dem vorderen Ende der Wirbelsaite aus zwei eigenthümliche, geradeaus gerichtete Fortsätze, welche sich um den Hirnanhang herumkrümmen und vor demselben zusammenstoßen. Diese beiden Fortsätze, welche cylindrisch sind und die seitlichen Schädelbalken genannt werden, gehen von einer etwas breiteren Platte der Belegungsmasse der Chorda aus, welche unter der Nachhirnzelle sich entwickelt. Sie stellen in ihrer Gesammtheit mit der Chorda etwa die Figur einer Raquette dar, wie man sie zum

Schlagen des Federballes benutzt. Der Stiel dieser Raquette wird von der Chorda, die Seitentheile von den beiden seitlichen Schädelbalken repräsentirt. Von der breiteren Platte, welche man die Nackenplatte nennt, erhebt sich senkrecht ein knorpeliger Sporn, der in die Stelle der Kopfbeuge zwischen zweiter und dritter primitiver Hirnzelle eindringt und gleichsam die Axe bildet, um welche diese Kopfbeuge sich herstellt. Dieser Sporn, den man den mittleren Schädelbalken genannt hat, verschwindet wieder spurlos in späterer Zeit, während die seitlichen Schädelbalken eine wichtige Rolle in der späteren Entwicklung des knöchernen Schädels spielen.

Außer den genannten Theilen zeigen sich an dem Kopfe noch andere knorplige Gebilde, welche ebenfalls für die Entwicklung des knöchernen Schädels von Wichtigkeit sind. Die beiden Ohrblasen werden, wie schon in dem vorigen Briefe erwähnt wurde, von knorpligen Kapseln umhüllt, welche anfangs durchaus isolirt entstehen und erst später einigermaßen mit der Nackenplatte verwachsen. Nicht minder isolirt bildet sich die knorplige Doppelkapsel, welche das Geruchsorgan umhüllt, und aus der, wie oben bemerkt, das Siebbein, der Zwischenkiefer und noch andere Knochen sich entwickeln.

Um das ganze Gehirn differenzirt sich eine Schicht von Knorpelsubstanz, welche eine continuirliche Kapsel bildet, die die Nervensubstanz von allen Seiten her einhüllt. Diese knorplige Gehirnkapsel steht mit den eben angeführten Theilen, namentlich mit der raquettenförmigen Schädelbasis, in keiner organischen Verbindung und läßt sich leicht von denselben loslösen. Sie bildet ein continuirliches Ganze, und man kann sich nicht besser eine Vorstellung davon verschaffen, als wenn man den Schädel eines Haifisches untersucht. Dieser ist ebenfalls ein aus dem Ganzen gegossenes Stück, welches das Gehirn von allen Seiten umhüllt und keinerlei Abtheilungen zeigt. Ebenso verhält sich auch die primitive Gehirnkapsel des Embryo; — sie besteht aus einem einzigen Stücke, welches auf den Schädelbalken aufliegt, ohne selbst mit denselben zu verwachsen.

Man sieht aus dieser Darstellung, daß der primitive Schädel des Embryo aus sehr verschiedenen Stücken zusammengesetzt ist, die vollkommen getrennt von einander bestehen, und somit auch nicht einem und demselben Entwicklungstypus angehören können. Mit der Chorda oder dem Wirbelsysteme in näherer Beziehung stehen allein die seitlichen Schädelbalken, die Nackenplatte, von welcher die Schädelbalken ausgehen, und die Gesichtsplatte, in welcher sie sich unmittelbar vor dem Gehirnanhange wieder vereinigen. Die knorpligen Kapseln des Gehirnes, der Gehörorgane und der Nase sind in ihrer Anlage dem Wirbelsysteme durchaus fremd und haben mit demselben auch nicht das Geringste gemein. Wenn man die Entwicklung der einzelnen Theile des knöchernen Schädels verfolgt, so ist aus diesem Grunde wohl darauf zu achten, aus welcher dieser verschiedenen knorpeligen Grundlagen ein spezieller Knochen hervorgehe, da sich hieraus von selbst ein Schluß über die Natur und die Beziehung eines jeden einzelnen Knochen ergibt.

Im Allgemeinen muß hier bemerkt werden, daß jedem oder wenigstens den meisten Knochen eine knorplige Grundlage vorangeht, aus welcher sich erst die Knochensubstanz entwickelt. Ich habe gesagt, den meisten Knochen, weil man schon einige Beispiele von Knochen kennt, die unmittelbar, ohne vorläufige Bildung einer knorpligen Grundlage, aus der embryonalen Bildungsmasse hervorzugehen scheinen. In welcher Weise die Umwandlung des Knorpelgewebes im Knochengewebe geschieht, ist noch nicht hinlänglich ausgemacht trotz vielfältiger Untersuchungen, welche man über diesen Punkt angestellt hat. Meistens erzeugen sich in den knorplichen Grundlagen der Knochen einzelne Punkte, sogenannte Knochenpunkte, von welchen aus die Verknöcherung nach allen Seiten hin fortschreitet. Man hat früher auf das Erscheinen dieser Knochenpunkte vieles Gewicht gelegt, nach mancherlei Streitigkeiten über deren Zahl und Lagerung in den einzelnen knorpligen Elementen aber bald einsehen müssen, daß diese Untersuchungen nur sehr wenige Resultate liefern konnten, welche von allgemeinerem Interesse wären. Nicht minder hat

man sich vielfältig abgequält, um die Epoche, in welcher die einzelnen Knochen bei dem menschlichen Fötus verknöchern, zu bestimmen, und hat sich dabei überzeugt, daß die Verknöcherung durchaus nicht in derselben Reihenfolge geschieht, als die knorpligen Grundlagen auftreten, und daß demnach manche Stücke des Skelettes sehr lange knorplig bleiben, während andere fast unmittelbar nach ihrem Erscheinen verknöchern.

Die raquettenförmige Grundlage, die aus den seitlichen Schädelbalken und deren Endplatten und Anfangsplatten besteht, umfaßt von allen Seiten den Hirnanhang, der, wie wir oben sahen, aus einer Aussackung der Mundschleimhaut hervorgegangen ist. Betrachtet man den knöchernen Schädel eines Erwachsenen, von welchem die Decke abgehoben ist, so daß man die innere Fläche, auf welcher das Gehirn ruht, erblicken kann, so sieht man, daß der Hirnanhang in einer tiefen Grube des Keilbeines verborgen liegt, welche man den Türkensattel genannt hat. Diese Grube entspricht also ohne Zweifel dem Raume, in welchem das vordere Ende der Chorda frei vorragt, und der von den beiden seitlichen Schädelbalken umschlossen ist. Der Türkensattel ist mit einem Worte der Rest jenes senkrechten Loches, durch welches die Mundschleimhaut sich beutelartig hervorstülpt, um den Hirnanhang zu bilden. Dieses Loch ist anfangs bedeutend größer als der Hirnanhang, verengert sich aber allmählig um denselben durch Verknöcherung der seitlichen Schädelbalken, die auf diese Weise in dem knöchernen Schädel einen einzigen Knochen, den Körper des Keilbeines bilden. Der Körper des Keilbeines umfaßt demnach niemals einen Theil der Wirbelsaite; er stellt vielmehr eine horizontale Platte dar, welche anfangs durch ein senkrechtes Loch in der Mitte durchbohrt war. Die Entwicklung des Keilbeinkörpers hat sonach nicht die mindeste Aehnlichkeit mit derjenigen eines Wirbelkörpers und wenn man auch zur Unterstützung dieser Ansicht anführen will, daß der Keilbeinkörper aus der über die Chorda selbst verlängerten Belegungsmasse der Wirbelsaite entstanden ist, so muß man doch auf der andern Seite berücksichtigen, daß eine senkrechte Durchbohrung

durchaus mit der Natur eines Wirbelkörpers unverträglich erscheint.

Vollständigen Wirbeltypus bietet in seiner Entstehung das Hinterhauptbein dar. Der Körper desselben entwickelt sich als Ring um die Chorda, die er nach und nach umschließt und gänzlich absorbirt. Die Seitentheile, welche das verlängerte Mark umfassen, entstehen wie die Bogenstücke der Wirbel, als getrennte Stücke in dem Umhüllungsrohr des verlängerten Markes.

Den vordern Theil der knorpligen Schädelbasis, in welchem sich die beiden seitlichen Schädelbalken vereinigen, stellt anfänglich eine schmale Platte dar, welche kaum breiter ist, als die Schädelbalken selbst. Diese Gesichtsplatte verknöchert ebenfalls so wie die seitlichen Balken, und bildet einen Knochenkern, der sehr bald mit dem eigentlichen Keilbeine verwächst, zuweilen aber als vorderer Keilbeinkörper getrennt bleibt. Die von der Chorda ausgehende Belegungsmasse bildet also einzig und allein in dem knöchernen Schädel das Hinterhauptbein und die nächste Umgebung des Türkensattels, so wie dessen Boden. Die große Mehrzahl der Schädelknochen hat durchaus nicht das Mindeste mit dieser von der Belegungsmasse der Chorda ausgehenden knorpligen Schädelbasis zu thun, ein Umstand, auf welchen wir sogleich ausführlicher zurückkommen werden.

Ein zweites primitives Gebilde waren die beiden Knorpelkapseln, welche die Gehörblasen umhüllen. Diese verknöchern durchaus für sich und bilden das Felsenbein, welches bei dem Neugebornen noch als durchaus getrennter Knochen existirt und später erst mit den Schläfenbeinen verwächst. Die Felsenbeine sind demnach ihrer Entstehung zufolge durchaus für sich bestehende isolirte Theile, die mit keinem andern Stücke des Skelettes in näherer Beziehung stehen.

Bei der Entwicklung der Nase schon wurde darauf aufmerksam gemacht, daß die ursprünglichen Knorpelkapseln, welche die Nasengruben umhüllen, eine isolirte Entstehungsweise zeigen und erst später in Verbindung mit andern Knochen treten. Das Siebbein und die Nasenbeine, das Pflugscharbein und der

Zwischenkiefer gehören ohne Zweifel dieser ursprünglichen knorpligen Nasenkapsel an und stehen in keiner Beziehung weder zu der knöchernen Schädelbasis, noch zu der primitiven Gehirnkapsel.

Die Gehirnkapsel selbst verknöchert niemals, unter keinen Umständen, bei keinem Thiere. Es entwickelt sich nie ein Knochen aus derselben, und die verschiedenen Stücke, welche das knöcherne Gewölbe des Schädels bilden, die Stirnbeine, die Scheitelbeine, die Schuppe des Hinterhauptes, die Schläfenbeine und die Flügel des Keilbeines sind besondere Knochen, sind Belegungsplatten, welche von außen her sich auf die knorplige Gehirnkapsel gleichsam niederschlagen und eine äußere Knochenkapsel bilden, welche die innere Knorpelkapsel vollständig einschließt und allmählig durch ihr fortdauerndes Wachsthum zu Grunde richtet. Man kann bei Embryonen zu gewissen Zeiten die knorplige Hirnkapsel, welche man auch den Primordialschädel genannt hat, aus diesen äußern Belegungsplatten herausschälen und mit leichter Mühe von den Knochen loslösen. Bei vielen Fischen bleibt diese knorplige Kapsel zeitlebens, und die genannten Knochen stets in ihrer ursprünglichen Beziehung zu derselben. Man braucht, um sich von diesem Verhältnisse zu überzeugen, nur den Kopf eines gekochten Hechtes zu untersuchen. Das Kochen hat hingereicht, um die Fasern zu lösen, welche die Knochen mit den Knorpeln verbinden, und man wird ohne weiteres die meisten Schädelknochen ablösen können und als Rest eine innere Knorpelkapsel zurückbleiben sehen, welche das Gehirn unmittelbar umhüllt.

Die Entwicklung des Gesichtes und der dazu gehörigen Knochen ist nicht minder complicirt, als diejenige des Schädels und, wo möglich, ist die Zerspitterung der Uranlagen, aus welchen sich die einzelnen Knochen hervorbilden, noch größer und mehr im Einzelnen durchgeführt. Während indeß bei der Anlage der Wirbelkörper und des Primordialschädels die Ausbildung in der Mittellinie, um eine mittlere Axe, ein wesentliches Moment darstellt, so ist im Gegentheile bei dem Gesichte die paarig symmetrische Anlage und die Entwicklung von beiden Seiten her gegen die Mittellinie hin unverkennbar und dadurch erzeugt,

daß alle Theile des Gesichtes ursprünglich dazu bestimmt sind, Ringe um das Anfangsstück des Darmrohres, um den Munddarm zu bilden. Diese Ringe aber werden durch das allmählige Gegeneinanderwachsen bogiger Stücke von Embryonalsubstanz gebildet, die gegen die Mittellinie zu sich krümmen und endlich in derselben vereinigen.

Schon in früherer Zeit hatte man an sehr jungen Embryonen seitlich am Halse quere Spalten gesehen, ohne daß man dieser Beobachtung diejenige Aufmerksamkeit schenkte, welche sie verdient hätte. Später beschäftigte man sich genauer mit dieser Erscheinung; man erkannte, daß diese Querspalten durch bogenförmige Streifen von einander getrennt seyen, in welchen Gefäßbogen verliefen, die von dem Herzen aus nach oben sich krümmten und unmittelbar unter der Chorda sich vereinigten, um die großen mittleren Körperarterien zu bilden. In dieser Anordnung erkannte man mit Recht große Aehnlichkeit mit den Strukturverhältnissen, welche die Kiemen der Fische darbieten. Bei diesen Thieren erblickt man, sobald man die Kiemendeckel (die sogenannten Ohren) aufhebt, in der Tiefe die Kiemen, welche durch ihre schön rothe Farbe allen Fischliebhabern bekannt sind, da man an der hellen Röthe dieser Theile erkennt, ob der Fisch wirklich frisch sey oder nicht. Untersucht man diese Kiemen näher, so findet man, daß sie aus strahlenartigen, spitzen Blättchen bestehen, die auf knöchernen Bogen aufsitzen. Diese knöchernen, gegliederten Kiemenbogen sind durch Spalten von einander getrennt, welche in die Mundhöhle führen. Man braucht bei dem ersten besten Weißfische nur den Kiemendeckel abzuschneiden und mit der Scheere die rothen Kiemenblättchen abzutragen, um eine Anschauung dieser knöchernen Bogen und der zwischen ihnen befindlichen Spalten zu erhalten. Ueber jedem dieser Bogen läuft eine große, fast unmittelbar aus dem Herzen entspringende Arterie, die sich an die Kiemenblätter vertheilt und wieder in einen Stamm sammelt, der unmittelbar unter der Wirbelsäule mit demjenigen der entgegengesetzten Seite sich vereinigt, und den Stamm der Aorta bilden hilft. Die Aorta entsteht also bei den

Fischen aus den Gefäßen der Kiemenbogen und alles Blut, welches aus dem Herzen ausgetrieben wird, muß durch diese Gefäße der Kiemenbogen laufen.

Ganz dieselbe Struktur findet sich zu einer gewissen Zeit beim Embryo. Alles Blut läuft, indem es aus dem Herzen ausgetrieben wird, durch die Gefäßbogen der erwähnten krummen Streifen von Embryonalsubstanz und vereinigt sich nachher in der Mittellinie. Deßhalb nannte man diese Streifen die Kiemenbogen, die sie trennenden Spalten die Kiemenspalten, um die Analogie anzuerkennen, welche in der Bildung dieser Theile offenbar gegeben ist. Zur Zeit jener Entdeckung war die Naturphilosophie noch in ihrer höchsten Blüthe und es konnte nicht fehlen, daß diese Thatsache in mannigfacher Art der Richtung jener Zeit zufolge benutzt wurde; allein deßhalb fiel es doch nie irgend einem Forscher in der Entwicklungsgeschichte ein, behaupten zu wollen, daß diese Kiemenbögen wirklich der Respiration dienten. Man wußte zu wohl, daß das Athmen der Fische eine Funktion der Capillarnetze war, welche die Kiemenblättchen überzogen, hatte sich aber durch Beobachtung überzeugt, daß auf den Kiemenbogen der Embryonen höherer Thiere nie solche respiratorische Kiemenblättchen sich entwickelten. Es gleicht daher dem Gefechte Don Quixote's gegen die Windmühlen, wenn der französische Phantast in der Entwicklungsgeschichte, dessen wir schon früher erwähnten, eine große Abhandlung gegen die respiratorische Funktion dieser Kiemenbogen der Embryonen schrieb, da kein Mensch je eine Behauptung dieser Art aufgestellt hatte.

Bei den Säugethieren zeigen sich in frühester Zeit, aber doch erst nach Ausbildung der Augenbuchten, des Ohrbläschens und der Kopfbeuge, auf jeder Seite des Halses fünf Kiemenspalten, wodurch vier Kiemenbogen abgetrennt werden, die von vornen nach hinten an Größe und Bedeutung abnehmen. Alle diese Kiemenbogen entstehen nach und nach, der vorderste zuerst, der hinterste zuletzt; sie wachsen in Form kleiner Warzen hervor, welche sich allmählig vergrößern und einander entgegenkommen.

Der vorderste Kiemenbogen ist der bedeutendste in

jeder Hinsicht, sowohl an Größe, als auch hinsichtlich der Bildungen, zu welchen er später Gelegenheit gibt. Wir haben bei dem Ohre schon von diesem Kiemenbogen gesprochen und den Antheil bezeichnet, welchen er an der Bildung des mittleren Ohres nimmt. Aus diesem Bogen entstehen einerseits der Oberkiefer, das Jochbein, die Gaumen- und Flügelbeine, indem von dem oberen Theile desselben, da wo er von der Schädelbasis ausgeht, eine wuchernde Bildungsmasse nach vorn und innen gegen die Mitte zuwächst, und durch endliches Anlegen an die Scheidewand der Nasenkapsel ein horizontales Dach bildet, wodurch die Nasenhöhlen von der Mundhöhle geschieden werden. Man hat bisher diese ganze Masse, in welcher sich vereinzelt die genannten Knochen bilden, bei den Säugethieren als einen inneren Fortsatz des Bogens angesehen, aus welchem sich der Unterkiefer entwickelt, vielleicht aber dürfte die Analogie mit tieferstehenden Wirbelthieren später darauf führen, diesen Fortsatz als einen selbstständigen Kiemenbogen zu betrachten.

Der äußere Theil des ersten Kiemenbogens, welcher sich in weiter Krümmung von beiden Seiten her um die vordere Oeffnung des Munddarmes herumschlingt, entwickelt in seiner Masse den Unterkiefer und zwar in Folge höchst eigenthümlicher Vorgänge. Es bildet sich nämlich ein cylindrischer, gekrümmter Knorpelstab, welcher als ununterbrochenes Ganze von der Schädelkapsel, an die er anstößt, bis zur mittleren Vereinigung unter dem Darme sich fortzieht. Das oberste Ende dieses Knorpelstabes verknöchert und bildet den Hammer, das wesentlichste der Gehörknöchelchen; das untere Ende aber verknöchert nie, sondern bildet gleichsam nur eine Axe, auf deren äußerer Fläche sich der Unterkiefer als eine Belegungsplatte entwickelt. Man hatte schon früher beobachtet, daß bei den Embryonen und zwar beim menschlichen Fötus im dritten oder vierten Monate auf der inneren Fläche des Unterkiefers in einer eigenen Rinne ein Knorpelstab sich befinde, welcher aus der Paukenhöhle hervorkommt und an seinem obern Ende mit dem Hammer in Verbindung steht. Man nannte diesen Knorpelstab nach dem Entdecker den Meckel'schen

Fortsatz des Hammers. Bei vielen Thieren bleibt dieser Knorpelstab das ganze Leben hindurch, und man braucht nur an einem gekochten Hechte auf der inneren Seite des Unterkiefers mit der Gabel das Fleisch wegzunehmen, um sich eine Anschauung der Verhältnisse zu verschaffen, wie sie bei dem Embryo sind. Man wird dann sehen, daß der Unterkiefer ein Knochenblatt darstellt, welches in Form einer Hohlkehle nach innen eingerollt ist, und daß innerhalb dieser Hohlkehle ein Knorpelstab sich befindet, der die ganze Länge des Unterkiefers durchsetzt.

Der zweite Kiemenbogen, welcher weit kleiner ist als der erste, nimmt in seinem obersten Theile Antheil an der Bildung der Paukenhöhle und entwickelt in seinem Innern ebenfalls einen Knorpelstab, welcher in seinem obern Theile verknöchert und wahrscheinlich den Steigbügel, jedenfalls aber den Griffelfortsatz des Schläfenbeines bildet. Der mittlere Theil dieses Knorpelstabes verschwindet oder verknorpelt sich vielmehr in ein faseriges Band, an welchem die vordere verknöcherte Hälfte, die das kleine Horn des Zungenbeines bildet, aufgehängt ist.

Der dritte Kiemenbogen enthält ebenfalls im Anfange einen Knorpelstab, welcher aber nur in seinem unteren Theile Veranlassung zu Knochenbildung gibt, indem er das große Horn des Zungenbeines, sowie dessen Körper bildet. Außerdem scheint dieselbe Masse des dritten Kiemenbogen an ihrer Vereinigungsstelle den Kehlkopf, diejenige des zweiten die Zunge hervorgehen zu lassen. Man hat behauptet, die Zunge sey eine Ausbildung der Vereinigungsstelle des ersten Kiemenbogens, allein es scheint mir, als weise die Anatomie der niedern Wirbelthiere hier einen kleinen Fehler der Beobachtung nach, der bei der Schwierigkeit der Untersuchung leicht begangen werden konnte. Der vierte Kiemenbogen entwickelt keine knöchernen Theile; er wird zur Bildung der fleischigen Bedeckungen des Halses verwendet.

Die ursprünglichen Kiemenspalten verschwinden durch Zusammenwachsen der einzelnen Bogen alle bis auf die erste Spalte, welche sich in die Mundöffnung umwandelt und bis auf den obern Theil der zweiten, die zur Bildung des mittleren

Ohres verwendet wird. Die Verwachsung der Kiemenbogen selbst geht äußerst rasch vor sich, während die Verknöcherung nur langsam vorschreitet. Es ist aber ein allgemeines Gesetz der Knochenbildung in den Kiemenbogen, daß sich zuerst ungetheilte Knorpelstäbe bilden, um welche herum knöcherne Belegungsstäbe sich ablagern, die von außen her den primitiven Knorpel einhüllen. Bei dem Unterkiefer haben wir dieß speciell nachgewiesen, es gilt auch, wie man bei niedern Wirbelthieren ersehen kann, für die übrigen Kiemenbogen, welche sich bei diesen Thieren in weit größerer Ausdehnung entwickeln.

Wenn wir nun noch einen kurzen Blick auf die Entwicklung der Extremitäten werfen, so geschieht dieß hauptsächlich nur um zu zeigen, wie aus der ursprünglich plumpen Form die allmählige Sonderung der speciellen Gestaltung hervorgeht. Die Extremitäten erscheinen in Gestalt rundlicher Floßen ohne irgend welche Sonderung in Finger oder einzelne specielle Abtheilungen. Erst später bildet sich die Spaltung der Finger aus, und zwar in der Weise, daß im Innern der schaufelförmigen Floße Knorpelstreifen entstehen, zwischen welchen allmählig die Substanz aufgesaugt wird. Es ist aus dieser Entstehungsweise erklärlich, daß oft Kinder geboren werden, bei welchen die Finger durch eine Art von Schwimmhaut mit einander verbunden sind.

Die Entwicklung des Skelettes im Ganzen gibt über mehrere Fragen von allgemeinerem Interesse Aufschluß, deren Erörterung hier um so mehr am Platz seyn dürfte, als man sich oft und vielfach zu Begründung derselben auf die Entwicklungsgeschichte berufen hat. Mit dem Anfange unseres Jahrhunderts entwickelte sich zuerst in Deutschland ziemlich allgemein, dann auch in Frankreich bei einigen Männern die Ansicht, daß ein gemeinschaftlicher Urtypus sämmtlichen Skelettbildungen zu Grunde liege, und daß dieser Typus in dem Wirbel zu suchen sey. Den Schädel betrachtete man als eine eigenthümliche Ausbildung mehrerer Kopfwirbel, bei welchen hauptsächlich die oberen Bogenstücke in abnormer Weise zur Umhüllung des Gehirnes ausgebildet seyen. In den Knochen der Schädelbasis suchte man die Körper dieser

Wirbel, deren Zahl man je nach den verschiedenen Ansichten auf drei bis sechs oder gar noch mehr bestimmte. Man ging in diesen Bestrebungen so weit, nicht nur die Kopfwirbel selbst in allen ihren Stücken zu restauriren, sondern auch die Kiefer, die Kiemenbögen und die Gliedmaßen als seitliche Ausstrahlungen der Kopf- und Rumpfwirbel zu betrachten. Bald sollten die Kiefer Gliedmaßen, bald Rippen seyn, und nicht nur auf die Wirbelthiere beschränkte sich die Spekulationswuth der Wirbeltheoretiker, sondern auch auf die wirbellosen Thiere trug man diese Ansichten über und suchte auf diese Weise, wenn ich mich so ausdrücken darf, das ganze Thierreich zu verwirbeln. Wenn man heutzutage einige jener Foliobücher zu Hand nimmt, welche von Urwirbeln, Zwischenwirbeln, Sekundar- und Tertiarwirbeln handeln, so begreift man wirklich kaum, wie es möglich gewesen sey, daß die Naturforscher eine zeitlang auf diese Weise im Dunkeln umhertappen konnten. Auch wurden diese romantischen Uebertreibungen baldigst von den besonnenen Naturforschern gewürdigt. Allein wenn man auch gegen dieselben protestirte, so blieb wenigstens so viel übrig, daß man allgemein annahm, der knöcherne Kopf sey nur eine modificirte Fortsetzung der Wirbelsäule. Man berief sich hierbei hauptsächlich auf die Resultate der Entwicklungsgeschichte, und es ist deßhalb unsere Pflicht, hier in kurzem darzuthun, inwiefern diese Theorie durch Thatsachen unterstützt werde oder nicht.

Es fragt sich hier zuerst, ob man an dem knöchernen Kopfe in der That Bildungen nachweisen könne, welche ihrer Entstehung nach durchaus in keinem Zusammenhange weder mit der Axe des Wirbelsystemes, der Chorda, noch mit den von denselben ausgehenden Belegungsmassen stehen, und die ebenfalls in ihrer Grundlage keine Beziehung zu dem Central-Nervensysteme zeigen? Als solche Bildungen sind uns bekannt geworden: die knorpligen Kapseln, welche sich um die Ohrbläschen herumbilden und durch allmählige Verknöcherung zum Felsenbeine werden. Als solche durchaus selbstständige Bildungen sind uns ferner bekannt geworden die Nasenkapseln, aus welchen das

Siebbein, die Riechmuscheln, das Pflugscharbein und der Zwischenkiefer sich entwickeln. Alle die genannten Knochen können demnach in keine Beziehung zu dem Wirbeltypus gebracht werden, und diese Ansicht theilen auch, wenn ich nicht irre, die meisten neueren Embryologen, welche diese Theile einem selbstständigen Kapselsysteme der Sinnesorgane beizuzählen geneigt sind.

Die Kiemenbogen mit den aus ihnen entstehenden Skelettheilen zeigen ebenfalls eine völlige Unabhängigkeit von dem Wirbelsystem und durchaus selbstständige Ausbildung. Man hat dieselben als modificirte Rippen ansehen wollen, ohne indeß dafür andere Belege beibringen zu können, als die Thatsache, daß sie den Munddarm ebenso umfassen, wie die Rippen die Brusteingeweide. Betrachtet man aber die Entstehung beider Theile in Vergleichung zu einander, so ergibt sich eine so völlige Verschiedenheit, daß diese Ansicht als unhaltbar aufgegeben werden muß. Die Bildungsmasse, in welcher die Rippen entstehen, ist ein zusammenhängendes Gebilde, eine plattenförmige Ausbreitung von Embryonalmasse, in welcher die einzelnen Knorpelstäbe der Rippen sich sondern und später in ihrer Masse verknöchern. Niemals sind diese Rippen durch Spalten getrennt, niemals entsteht eine Rippe für sich gesondert in ihrer Anlage und verbindet sich erst später zu einem Ganzen; die Kiemenbogen dagegen gehen als isolirte Wärzchen hervor, die nach und nach einander entgegenkommen, durch Spalten getrennt sind, und deren Knorpelstreifen hauptsächlich durch Belegung mit Deckplatten verknöchern. Das System der Kiemengebilde ist demnach ein vollkommen eigenthümliches, das mit den Wirbeln in durchaus keiner Beziehung steht, was namentlich auch daraus hervorgeht, daß die Zahl dieser Bogen eine wechselnde ist bei verschiedenen Thieren, während die Zahl der Rippen genau der Zahl der Wirbel entspricht, welchen sie angehören.

Wie man die Extremitäten als Ausstrahlungen der Wirbel betrachten könne, ist einem gesunden Sinne vollends unbegreiflich, denn mit eben so vielem Rechte, könnte man auch die Lungen, die Leber oder Gott weiß, welche Organe als Ausstrahlungen

der Wirbel betrachten, da alle diese Eingeweide ebensoviel mit den Wirbeln zu thun haben, als die Extremitäten, nämlich durchaus gar Nichts.

Es bleiben uns also von den zahlreichen Knochen, die das Skelett zusammensetzen, nur die eigentlichen Wirbel und diejenigen Knochen, die an dem Schädel in näherer Beziehung zu der Chorda oder dem Gehirne stehen. Um hier eine sichere Basis der Vergleichung zu gewinnen, fragt es sich zuerst, wie der Wirbel entstehe, und welche Kriterien man aufstellen müsse, um die Wirbelnatur irgend eines Gebildes zu erkennen.

Die Beantwortung dieser Frage ergibt sich ganz von selbst aus dem Vorhergehenden. Ein Wirbelkörper entsteht nur als Ring um die Chorda; ohne Wirbelsaite ist seine Entstehung nicht denkbar; wo keine Chorda ist, kann auch kein Wirbel sich bilden. Der hintere wie der vordere Keilbeinkörper entstehen aus einer horizontalen, senkrecht durchbohrten Knorpelmasse; sie können demnach keine Wirbel seyn.

Die Belegungsplatten der primitiven Gehirnkapsel bilden ebenfalls ein eigenes System. Bei den Säugethieren entstehen sie nur oben und an den Seiten; bei den Fischen ist eine solche Bildung von Belegplatten auch unten, unterhalb der Schädelbasis, zwischen ihr und der Mundschleimhaut nachgewiesen, und die Knochen, welche man bei den gewöhnlichen Fischen als Keilbein und Pflugschar bezeichnet (das Schwert in dem Hechtskopfe), sind solche untere Belegungsplatten.

Man hat demnach Unrecht, den Schädel als eine modificirte Wirbelsäule zu betrachten. Das Ende der Wirbelsäule ist in dem Hinterhauptbeine, dem einzigen Schädelwirbel, gegeben; — die übrigen Theile gehören verschiedenen Systemen an, sind Ansätze, welche dem Wirbeltypus durchaus fremd sind.

Fünfundzwanzigster Brief.

Die Eingeweide.

Die Entwicklung der Eingeweide, und zwar vor allen Dingen diejenige des Darmrohres als der primitiven Axe dieser sämmtlichen Gebilde, führt uns wieder in die ersten Zeiten der Embryonalbildung zurück, wo wir den Fruchthof aus zwei Blättern bestehend fanden, deren inneres, das vegetative oder Schleimblatt unmittelbar die Dotterflüssigkeit berührte und einen Sack darstellte, der an der Stelle des Fruchthofes durch Zellenanhäufung verdickt war. Die Ausbildung dieser flächenartigen Verdickung zu einem geschlossenen Rohre, welches anfangs einem ganz geraden Hohlcylinder gleicht, geschieht in der Weise, daß der Embryo sich allmählig von dem Dotter abhebt und gegen diesen letzteren abschnürt. Die Schließung der Bauchhöhle und ihrer Wandungen sowohl als auch diejenige des Darmrohres sind die Folgen dieses Prozesses. Der Embryo liegt nämlich im Beginn seiner Entwicklung, wie wir schon früher erwähnten, flach auf der Dotterflüssigkeit auf, und der Fruchthof geht in seiner ganzen Umgebung rundum in die beiden Säcke über, welche als Fortsetzungen des serösen und des Schleimblattes den Dotter umhüllen. Sobald nun der Embryo sich mehr und mehr ausbildet, so hebt sich zuerst der Kopf des Embryo vollständig von dem Dotter ab. Die Abschnürung schreitet an der unteren Fläche des Halses durch das Hervorsprossen der Kiemenbogen nach hinten zu fort. Mit der ganzen Bauchfläche des Stammes liegt nun der Embryo anfangs noch flach auf dem Dotter auf, allmählig

erhebt er sich aber auch hier und schließt sich von vorn und hinten gegen die Mitte hin fortschreitend von dem Dotter ab. Ich kann kein besseres Bild dieses Vorganges geben, als indem ich meine Leser ersuche, mit beiden Händen an einem Strickstrumpfe, der theilweise über eine Stopfkugel gebreitet ist, eine Falte zu bilden. Die Stopfkugel stellt hier die Dotterflüssigkeit vor, der Strickstrumpf die Keimhaut, welche diese Dotterflüssigkeit einschließt. Nähme man zwei Strümpfe über einander, so würde der innere Strumpf dem Schleimblatte, der äußere dem serösen Blatte entsprechen. Indem man mit beiden Händen in diesen Strümpfen eine Falte zu ziehen versucht, wird man genöthigt seyn, die Strümpfe etwas von der Kugel abzuziehen und in die Höhe zu heben. Wenn man sich nun vorstellt, daß die Ränder dieser Falte, da wo man sie zuerst gefaßt hat, mit einander zusammengenäht würden, und daß dieses Zusammennähen von beiden Seiten her gegen den Mittelpunkt der Falte fortgesetzt würde, bis man die Falte in ihrer ganzen Ausdehnung zusammen genäht hätte, so wird diese ganze Handlung ein richtiges Bild von den Entwicklungsvorgängen bei dem Embryo geben. Im Anfange, wo man das Zusammennähen der Falte begann, bildete diese, von der Stopfkugel her betrachtet, eine lange Rinne, die nur an beiden Enden abgeschlossen war und so etwa im Ganzen die Gestalt eines Weberschiffchens bot. Je mehr man mit dem Zunähen gegen die Mitte hin fortfuhr, desto mehr wurde diese Rinne geschlossen, zuletzt blieb nur noch ein mittleres Loch, nach dessen endlicher Zusammennähung die ganze Falte in ein Doppelrohr verwandelt war, welches nach der Stopfkugel hin keine Oeffnung mehr zeigte.

Wir haben soeben bildlich die Geschichte des primitiven Darmrohres sowohl als auch der Bauchwände geliefert. Zuerst schließt sich von vornen nach hinten das seröse Blatt allmählig ab und bildet so die Bauchwände, die indessen in ihrer Fortsetzung statt den Dotter zu überziehen, sich an das Chorion anlegen und in der früher beschriebenen Weise den Sack des Amnios bilden. Die Vereinigungsstelle der Bauchwände bleibt als

Nabel lange offen, um die Gefäße der Placenta durchtreten zu lassen. Nach dieser Abschnürung beginnt auch diejenige des Schleimblattes, die sich endlich bis auf eine mittlere Oeffnung vollendet, welche man den Darmnabel genannt hat, und wodurch die Höhle des Darmrohres mit dem Inhalte der Nabelblase in Verbindung steht. Das Darmrohr bildet demnach, sobald es einmal auf dieser Stufe angelangt ist, ein vollkommen geschlossenes Rohr, welches in der Längaxe des Körpers liegt und weder hinten noch vorn eine Oeffnung hat. Die Wände desselben sind verhältnißmäßig außerordentlich dick, die innere Höhlung nur gering, und das ganze Rohr eigentlich nur ein gerader aus Zellen zusammengesetzter hohler Cylinder, dessen vorderes Ende unmittelbar über dem Herzen in der Nähe des letzten Kiemenbogens sich befindet, während das hintere Ende in geringer Entfernung von dem Rumpfende sich befindet.

Sobald die Kiemenbogen sich gegen einander geschlossen und so die trichterförmige Höhle gebildet haben, die anfangs als vorderer Eingang des Darmsystemes existirt, so bricht die vordere Verschließung des Darmrohres durch und bildet so mit der Kiemenhöhle eine continuirliche Röhre. Aehnliches geschieht an dem hinteren Theile, wo sich der Angabe der Schriftsteller zufolge eine blinde Grube dem Ende des Darmes entgegen stülpt, diese endlich erreicht und die Zwischensubstanz zwischen beiden verschwindet. Sobald Mund und After in dieser Weise einmal angelegt sind, so beruht die weitere Entwicklung des Darmes hauptsächlich auf schnellem Auswachsen der Röhre, wodurch diese sich verlängert und schlingenartig zusammenlegt. An einer Stelle und zwar nahe an der vorderen Eingangsstelle des ursprünglichen geraden Darmrohrs bläst sich dieses etwas auf und bildet auf diese Weise den Magen, der ursprünglich in der Längsaxe des Körpers gelegen ist, allmählig aber sich dreht und eine quere Stellung einnimmt. In das Einzelne der Schlingenbildung des Darmrohres, die Verwicklung des Gekröses und der Netze hier einzugehen, würde einestheils zu weit führen, anderntheils auch durchaus unfruchtbar seyn, da diese Vorgänge wirklich nur dann

begriffen werden können, wenn man sie an Embryonen selbst untersucht. Figuren führen hier durchaus zu keinem klaren Verständnisse, und noch weniger können dieß Beschreibungen thun, die selbst demjenigen, der die Anatomie des Erwachsenen vollkommen genau kennt, kein anschauliches Bild zu geben vermögen.

Mit dem Darmrohre in Verbindung stehen einige Drüsen, unter welchen die Leber und die Bauchspeicheldrüse die wichtigsten sind. Da man sehr richtig erkannte, daß die Schleimhaut, welche die Gänge dieser Drüsen auskleidet, gleichsam nur eine Fortsetzung der innern Darmschleimhaut sey, so glaubte man hieraus folgern zu dürfen, daß diese Drüsen nur Ausstülpungsbildungen des Darmes seyen. Wenn man schon durch die Faltungen der Keimhautblätter die Bildungen mancher Organe zu erklären suchte, so kostete es Nichts, anzunehmen, daß das Darmrohr an einer gewissen Stelle einen seitlichen Blindsack treibe, daß dieser Blindsack allmählig auswachse, sich mehr und mehr verästele und so allmählig die zahlreichen Blindgänge und Kanäle des Drüsengewebes darstelle. Diese Theorie der Drüsenausstülpung, welche man bald generalisirte, stützte sich indeß auf Thatsachen, welche ihr einigen Halt gaben. Man hatte beobachtet, daß die Drüsen in ihrer ursprünglichen Anlage kleine knotenförmige Hügel bildeten, welche dem Darmrohre unmittelbar aufgesetzt waren, daß sie nur wenige und kaum verästelte Kanäle im Innern zeigten, und daß die Zahl dieser Kanäle und ihre Verästelung mehr und mehr mit der Entwicklung des Embryo zunahm.

Die neuere Zeit, indem sie uns mit dem Zellenleben bekannt machte, konnte auch den richtigen Schlüssel zu diesen Erscheinungen geben, und während sie die mechanischen Vorstellungen, die sich mit der Ausstülpungstheorie verbunden hatten, zurückwies, zeigte sie zugleich, daß der Ausstülpung selbst einige Wahrheit zu Grunde liege. Man hat in neuerer Zeit hauptsächlich bei Fischen und Säugethieren die Bildung der Leber verfolgt, und wenn auch in dem Einzelnen einige Verschiedenheiten sich zeigen, so ist doch im Ganzen der Prozeß der nämliche.

Bei den so durchsichtigen Fischembryonen bemerkte man, daß nach der theilweisen Schließung des Darmrohres am vorderen Ende desselben eine ziemlich bedeutende compakte Zellenanhäufung sich zeigte, in welcher anfangs durchaus keine Höhlung zu bemerken war. Nach und nach entstehen in dieser Zellenmasse durch Auseinanderweichen zwei blindsackähnliche Höhlen, deren eine in gerader Richtung nach vorn hin sich ausbildet, während die andere nach unten abweichend, sich krümmt. Die vordere dieser Höhlen bildete die bei den Fischen so kurze Speiseröhre; der mehr nach unten gerichtete Blindsack, um welchen sich die größere Menge von Zellen anhäufte, entsprach der Leber. Die Bildung der Drüsenkanäle schritt nun in der Weise fort, daß die anfangs compakten Zellenmassen auseinanderwichen und stets mehr und mehr verzweigte Gänge bildeten, die sich endlich so verästelten, daß man ihrer ferneren Entwicklung kaum mehr folgen konnte. Diesen Beobachtungen zufolge sind demnach die Drüsengänge unzweifelhaft Intercellulargänge, entstanden durch das Auseinanderweichen ursprünglich compakter Zellenmassen. Man kann in gewisser Beziehung sagen, daß sich die Darmhöhle allmählig in die compakte Zellenmasse der Drüse hineingebildet habe, und in diesem Sinne kann man auch die Ausstülpung des Darmes in die Drüse hinein vertheidigen.

Bei den Säugethieren hat man, in der letzten Zeit namentlich, die Entwicklung der Leber in ihrem Uranfange ebenfalls beobachtet. Die Wände des Darmrohres sind hier aus äußerst dicken Zellenlagen gebildet, und längs der inneren Fläche scheidet sich schon sehr frühe eine aus helleren Zellen bestehende dünne Schicht ab. Die erste Anlage der Drüse zeichnet sich nun als eine kaum bemerkbare Verdickung aus, welcher eine kleine Ausbiegung der hellen, inneren Darmlage entspricht. Je mehr sich nun dieser Höcker entwickelt, desto weiter dringt auch diese Ausbiegung vor und bildet fortwachsende, sich verästelnde Höhlungen, die von der ursprünglichen Ausbiegung der inneren Darmlage ausgehen. Diese Aushöhlungen entstehen stets auf Kosten compakter Zellenmassen, welche anfangs schon im Innern des

Gesammthaufens als solide Stränge erscheinen, die späteren Hohlgänge gleichsam vorzeichnen und sich durch Auseinanderweichen in der Axe aushöhlen. Man sieht also, daß auch hier die Drüsenkanäle anfänglich hohle Intercellularräume darstellen und daß ihre Haut, welche den Drüsenkanal auskleidet, wahrscheinlich auf die Weise entsteht, daß die auseinandergewichenen Zellen mit einander verschmelzen und eine membranöse Schicht bilden.

In denjenigen Drüsen, welche von Anfang an in keinem Zusammenhange mit dem Darmrohre stehen, wie z. B. in den Hoden, entwickeln sich die Drüsenkanäle dennoch auf ganz analoge Weise. Diese Organe stellen anfänglich eine compakte Zellenmasse dar, in welchen sich nach und nach durch Auseinanderweichen verzweigte Intercellularräume bilden, die erst später mit dem Ausführungsgange in Verbindung treten.

Die Leber ist von allen drüsigen Organen der Bauchhöhle dasjenige, welches bei dem Embryo in weit bedeutenderem Maße entwickelt ist als selbst im Erwachsenen. Diese verhältnißmäßig so ansehnliche Größe der Leber, die um so bedeutender ist, je jünger die Embryonen sind, erklärt sich leicht aus der innigen Beziehung, in welcher diese Drüse bei dem Fötus zur der Entwicklung des Blutes steht; eine Beziehung, von welcher wir später, bei dem Blutsysteme, einiges Nähere angeben werden.

Die Lungen sind hinsichtlich ihrer Entwicklung noch nicht so genau bekannt, als dieß wohl wünschbar wäre. Sie scheinen mit dem Kehlkopfe, der Luftröhre, dem Schlundkopfe und der Speiseröhre aus einer und derselben Zellenmasse zu entstehen, die sich erst nach und nach differenzirt. Bei den jüngsten Säugethierembryonen, bei welchen man überhaupt die Lungen erkennen konnte, sah man hinter der Kiemenhöhle in einer ziemlich dicken Zellenmasse eine blasenförmige Erweiterung, die nach hinten zu in zwei seitliche flaschenförmige Blindsäcke endigte, zwischen welchen in der Mitte die gerade Speiseröhre herabstieg. Es war also etwa hier ein Verhältniß, wie man es bei den Fröschen bleibend ausgebildet findet, wo ebenfalls unmittelbar aus einer gemeinschaftlichen Höhle die blasenförmigen Lungensäcke und die

Speiseröhre ausgehen. In späteren Zeiten sah man bei den Embryonen die beiden Lungen in Form kolbiger Hügel, die unmittelbar der Speiseröhre aufzusitzen schienen, bei genauerer Untersuchung aber mit einer isolirten Luftröhre in Verbindung standen, die hart an der vorderen Wand der Speiseröhre anlag, durch Druck aber sich von derselben trennen ließ. Es scheint demnach, daß anfänglich nur eine gemeinschaftliche Anlage für diese Organe vorhanden ist, und daß die ursprünglich einfache Röhre, in welche die Lungen und die Speiseröhre münden, sich bei fortschreitender Entwicklung in Luftröhre und Kehlkopf einerseits, Schlundkopf und oberen Theil der Speiseröhre andererseits trenne.

Die Verzweigungen der Kanäle, welche das Lungengewebe durchsetzen, scheinen in ähnlicher Weise sich auszubilden, als in den Drüsen, obgleich ihre vollständige Ausbildung nur erst spät eintritt, wie denn die Lungen überhaupt während des Embryonallebens durchaus nicht diejenige Bedeutung haben, welche ihnen später zukommt. Bei den Erwachsenen geht, wie wir früher gesehen haben, das sämmtliche Blut durch die Lungen, um hier in Berührung mit der atmosphärischen Luft die gasförmigen Stoffe auszutauschen. Bei dem Embryo kann kein Zutritt der atmosphärischen Luft stattfinden, und die Lungen haben deßhalb keine größere Blutzufuhr, als diejenige, welche nöthig ist, das Organ zu ernähren. Die große Masse des Blutes geht, wie wir später sehen werden, an den Lungen vorbei durch einen eigenen Kanal, welcher aus der Lungenarterie in die Aorta führt. Bis zu der Geburt erscheinen deßhalb die Lungen mehr als compakte drüsige Organe, welche die Brusthöhle nur zum Theil ausfüllen, und namentlich im Verhältniß zu dem Herzen um so kleiner sind, je jünger der Embryo ist.

Die Harn- und Geschlechtsorgane als die letzte Gruppe der Baucheingeweide haben von jeher den Embryologen sehr viel zu schaffen gemacht, da sowohl die äußeren Metamorphosen, welche sich im Bereiche dieser Organe zeigen, äußerst mannigfaltig sind, als auch die inneren Theile derselben sehr merkwürdige successive Veränderungen eingehen. Es war zuerst in der

Sphäre dieser Organe, daß man von der Unvollständigkeit jener Theorie sich überzeugen mußte, welche alle Organe ohne Ausnahme durch Faltungen der ursprünglichen drei Blätter der Keimhaut entstehen lassen wollte. Man wußte nicht, welchem von beiden Blättern, dem Gefäß- oder dem Schleimblatte, man die inneren keimbereitenden Geschlechtsorgane zuschreiben solle, und bei den äußeren Harn- und Geschlechtsorganen kamen gar alle drei Blätter in einen solchen Conflikt, daß es unmöglich war, sich herauszufinden. In jetziger Zeit ist man wohl über die Entwicklung dieser Organe im Reinen. Sie entstehen nicht aus den ursprünglichen Blättern der Keimhaut in der Weise, wie das centrale Nervensystem oder der Darmkanal, sondern sie entwickeln sich aus nachträglich abgesonderten Zellenmassen, die ursprünglich isolirt für sich dastehen und erst später mit den Gebilden des Schleimblattes in Verbindung treten. So lange man noch absolut in der Theorie der drei Blätter befangen war, konnte man diese isolirte Entstehungsweise der in Rede stehenden Organe freilich nicht anerkennen, wenn auch die Beobachtungen darauf hinwiesen.

Schon bei sehr jungen Embryonen, bei welchen die Darmrinne kaum angelegt ist, zeigt sich auf der inneren Fläche der entstehenden Wirbelsäule über der Darmrinne eine lang gestreckte Anhäufung von Bildungsmaterial, welche sich in Form zweier seitlicher Streifen von dem Herzen bis gegen das Rumpfende hin fortzieht. Betrachtet man diese Bildungsmasse näher, so sieht man, daß jeder Streifen aus einer Reihe kolbiger Fortsätze besteht, die etwa aussehen, wie die Zähne eines Kammrades. Die abgerundeten Enden dieser Kammzähne sind gegen die Mittellinie hingewendet, während man zu beiden Seiten nach außen zwei compakte Streifen bemerkt, in welchen die Basen der Kammzähne zusammenfließen. Anfangs sind diese beiden Streifen mit ihren Kammzähnen solid, Aggregationen compakter Zellenmassen, die sich aber später aushöhlen, und nun, wie leicht begreiflich, eine Reihe von queren Blindsäcken darstellen, deren kolbige Enden gegen die Mittellinie zugekehrt sind, während sie sich sämmtlich in zwei gemeinschaftlichen, auf der äußeren Seite

verlaufenden Ausführungsgängen öffnen. Nach und nach verknäueln sich diese queren Schläuche so unter einander, daß sie ein compaktes Organ darstellen, eine förmliche symmetrische Drüse, welche zu beiden Seiten der Wirbelsäule durch die ganze Länge der Bauchhöhle sich hinabzieht, und deren Ausführungsgang sich in die Allantois oder den Harnsack öffnet.

Man hat diese Organe nach ihrem ersten Entdecker die Wolffischen Körper, die Ur- oder Primordial-Nieren genannt. Sie finden sich bei allen Embryonen in der angegebenen Weise, doch in größerer oder geringerer Erstreckung, und sind um so stärker entwickelt, je jünger der Embryo ist. Ebenso kann man im Allgemeinen sagen, daß sie um so früher verschwinden, einer je höheren Klasse der Embryo angehört. Bei den Fischen bestehen diese Organe das ganze Leben hindurch und werden gemeiniglich mit dem Namen der Nieren bezeichnet. Man braucht bei dem ersten besten Fische nur die Baucheingeweide sämmtlich zu entfernen, so wird man zunächst an der Wirbelsäule, von einer fibrösen Haut verdeckt, die Nieren oder vielmehr die Wolffischen Körper in Gestalt eines langgestreckten Organes von meist dunkel schwärzlicher Farbe finden, das deutlich seine Zusammensetzung aus zwei Hälften zu erkennen gibt. Bei den Amphibien, besonders den Fröschen, bestehen die Wolffischen Körper nur während der Zeit des Larvenlebens, und zwar zeigen sie sich hier nur in dem obern Theile der Bauchhöhle entwickelt. Bei Reptilien und Vögeln finden sie sich während der ganzen Zeit des embryonalen Lebens, verschwinden aber allmählig gegen das Ende desselben. Bei den Säugethieren erhalten sie sich höchstens bis zu der Mitte des Fötuslebens, und bei den Menschen entwickeln sie sich nur höchst wenig und verschwinden schon gänzlich in dem zweiten Monat.

Es war natürlich, daß man sich vom Anfang an mit der Frage nach der Bedeutung dieser räthselhaften Organe beschäftigte, welche nur eine embryonale Existenz besitzen, und mit dem Auftreten der eigentlichen Nieren zu Grunde gehen. Jetzt, wo man weiß, daß sie zugleich mit der Allantois entstehen, kann es wohl

keinem Zweifel mehr unterliegen, daß sie wirkliche Drüsen sind, welche ein Sekret liefern, das durch seine chemische Zusammensetzung Aehnlichkeit mit dem Urine hat. Der Bau dieser Wolffischen Körper ist sogar durch Entwicklung Malpighischer Gefäßknäuel demjenigen der Nieren durchaus analog. Die Funktion der Wolffischen Körper steht demnach in der nämlichen Beziehung zu dem embryonalen Leben, in welcher diejenige der Nieren zu dem Leben des Erwachsenen sich befindet. Der Harnsack ist das ursprüngliche Reservoir, in welches bei den höheren Wirbelthieren das Sekret der Wolffischen Körper sich ablagert, und seine Entwicklung steht in gewissem Verhältniß zu der Ausbildung der Urnieren. Deßhalb sehen wir auch bei dem Menschen, wo der Harnsack so früh verschwindet, und nur eine sehr geringe Ausbildung erlangt, die Urnieren nur eine äußerst geringe Stufe der Entwicklung erreichen. Nicht minder merkwürdige Beziehungen bieten diese Körper zu den Kiemen, und man kann wohl mit vollem Rechte sagen, daß Kiemenathmung und Wolffische Körper, Lungenathmung und eigentliche Nieren einander wechselseitig bedingen. Die chemische Untersuchung des Sekretes im Verhältniß zu dem Ergebnisse der Athemfunktion dürfte indeß über diese letztere Beziehung weit mehr Aufschluß ertheilen, als alle anatomischen Studien.

Die Nieren stehen ohne Zweifel in einem bestimmten Wechselverhältnisse zu den Wolffischen Körpern, obgleich auch daraus durchaus noch nicht folgt, daß sie auf Kosten und aus der Substanz der Wolffischen Körper sich entwickelten. Sie entstehen vielmehr aus einer besonderen Bildungsmasse, welche sich auf der Rückenfläche der Wolffischen Körper zwischen diesen und der Wirbelsäule ansammelt, und dort zwei ovale solide Zellenanhäufungen bildet, die man von der Bauchfläche her erst ansichtig wird, sobald man die Wolffischen Körper entfernt hat. Die Harnkanäle entstehen in den Nieren durchaus so, wie in den übrigen Drüsen durch Auseinanderweichen der ursprünglich soliden Zellenmassen. Schon von Anfang an scheint von der ovalen Zellenanhäufung der Nieren ein solider Zellenstrang

auszugehen, der nach unten hin sich erstreckt, sich später aushöhlt und den Harnleiter mit dem Nierenbecken bildet. Erst wenn die Entwicklung der Nierenkanäle im Innern der soliden Zellenanhäufung einen gewissen Grad erreicht hat, erhält die Niere ein traubiges oder lappiges Ansehen, das dadurch hervorgebracht wird, daß das Zellenmaterial sich mehr um die einzelnen Drüsenkanäle zusammendrängt und dort dichter erscheint als in den Zwischenräumen. Man hat behauptet, dieses lappige Ansehen der Nieren, welches bei manchen Thieren, wie z. B. dem Bären, während des ganzen Lebens sich erhält, bezeichne die primitive Anordnung dieser Drüse, die aus einzelnen Läppchen zusammenwachse, und auf diese falsche Ansicht gestützt, hat man noch neuerdings gewagt, die schwindelndsten Theorien hinsichtlich der Vergleichung des Embryo mit niederen Säugethieren aufzustellen. Man sieht, daß diese Phantasien durchaus durch die Beobachtungen widerlegt werden.

Die keimbereitenden Geschlechtsorgane, Hoden und Eierstöcke scheinen etwa in gleicher Zeit mit den Nieren oder selbst kurz vor diesen aufzutreten. Sie entwickeln sich aus einem isolirten Häufchen von Zellenmaterial, welches einen länglichen Streifen bildet, das an dem innern Rande der Wolffischen Körper und zwar auf der Bauchfläche derselben sich ablagert. Durch diese Lagerung ist es allein möglich, die keimbereitenden Geschlechtsorgane von den Nieren zu unterscheiden, da sehr bald die ursprünglich längliche Form derselben mehr rundlich wird und dadurch derjenigen der Nieren näher tritt. Es ist begreiflicher Weise in den ersten Zeiten unmöglich, Hoden und Eierstöcke von einander zu unterscheiden, da beide aus einem Häufchen Zellenmaterial zusammengesetzt sind, das noch keine specifisch gesonderten Gewebtheile in sich entwickelt hat. Indeß bildet sich diese Verschiedenheit schon sehr bald aus, indem der Hoden mehr rundlich wird, und im Innern die röhrigen Samenkanäle zeigt, während der Eierstock platt und länglich bleibt, zugleich sich schief stellt und nach und nach die quere Position einnimmt, welche er bei dem Erwachsenen hat. In den Eierstöcken der

höheren Thiere entwickeln sich ferner niemals solche Röhren, wie in den Hoden, sondern im Gegentheile die von Anfang an in sich abgeschlossenen Follikel, welche nach den neuesten Beobachtungen sogar früher entstehen sollen als die Eichen, obgleich es aus der Analogie mit andern Thieren wahrscheinlicher seyn dürfte, daß sich der Follikel erst secundär um das Eichen herumbildet. Die ausführenden Geschlechtstheile, nämlich Samenleiter und Eileiter entwickeln sich zur Seite des Ausführungsganges des Wolffischen Körpers in der Weise, daß sie anfänglich solide Stränge darstellen, die an der innern Seite dieser Ausführungsgänge sich hinziehen, dann hohl werden und an dem vordern Ende, wo sie an die keimbereitenden Organe anstoßen, eine längliche Spalte als Mündung besitzen. Bei dem weiblichen Geschlechte bleibt diese offene Spalte als Trichter des Eileiters zurück; — bei dem männlichen Geschlechte hingegen verwächst das anfangs offene vordere Ende auf noch nicht näher erörterte Weise mit dem Hoden und bildet so wahrscheinlich den Nebenhoden mit dem Samengang. Die ausführenden Geschlechtsorgane entwickeln sich demnach durchaus isolirt von den keimbereitenden, mit denen sie erst in späterer Zeit bei dem männlichen Geschlechte wenigstens zusammentreten.

Es läge uns hier noch ob, des Genaueren einzugehen auf die Bildung der äußeren Geschlechtstheile, sowie der Reservoirs, die sich an den Harn- und Geschlechtsorganen in verschiedener Weise ausbilden. Die Entstehung der Harnblase verdient hier vor allem eine nähere Berücksichtigung, da sie mit derjenigen des Harnsackes in näherer Beziehung steht, der, wie wir oben gesehen haben, zur Ausbildung der Placenta so Vieles beiträgt und für die Ernährung des Fötus eine höchst wichtige Rolle spielt. Der Harnsack selbst scheint aus zwei ursprünglich getrennten Zellenmassen zu entstehen, welche aus dem hintern Körperende hervorwuchern und ursprünglich durchaus solide Massen darstellen. Diese beiden Zellenhügel vereinigen sich indeß sehr bald, werden hohl und treten nun mit dem Darmkanal in nähere Verbindung, so daß die Höhle des Harnsackes in das

hintere Ende des Darmes einmündet. Man glaubte aus diesem Grunde früher, wo man die anfängliche Entstehungsweise des Harnsackes noch nicht kannte, daß derselbe eine blasenartige Ausstülpung der Bauchfläche des Darmrohres sey. Der Harnsack wächst, wie wir früher gesehen haben, sehr schnell über den Embryo hinaus, legt sich mit seinem kolbigen Ende an die zottige Fläche des Chorion an und leitet auf diese Weise die Nabelgefäße zu der Ansatzstelle der Placenta. Indem nun die Bauchdecken des Embryo von allen Seiten her gegen den Nabel sich schließen, wird der Harnsack in seiner Mitte zusammengeschnürt und, gleich einem Zwerchsacke, in zwei Hälften getheilt, eine äußere, die vom Nabel zur Placenta reicht, bei den Menschen sehr bald verkümmert und den soliden Nabelstrang bilden hilft und eine innere, welche in den Bauchdecken eingeschlossen, von dem Nabel bis zu dem hinteren Darmende sich erstreckt. Die hintere Portion dieses inneren Sackes wird zur Harnblase, während die vordere ebenfalls in einen soliden Strang sich umwandelt, welchen man bei dem Erwachsenen unter dem Namen des Harnstranges oder Urachus kennt.

Es geht aus dieser Darstellung hervor, daß ursprünglich für den ganzen untern Theil der Geschlechts- und Harnorgane, sowie des Darmes nur eine gemeinschaftliche Höhle existirt, in welche die Allantois auf der vorderen Fläche einmündet. Zuerst trennt sich nun der Darm von dem Harnsacke und den ausführenden Harn- und Geschlechtstheilen, welche in den Harnsack einmünden. Es hat demnach dann der Fötus eine gemeinschaftliche Ausmündung für die Harn- und Geschlechtsorgane, eine andere für den Darm. Diejenigen Theile, welche wir bei den Erwachsenen als äußere bezeichnen müssen, fehlen durchaus. Die Entwicklung derselben, namentlich aber ihr Verhältniß zu den ausführenden Organen ist noch in manches Dunkel gehüllt, und wir können um so weniger in dieselbe eintreten, als sie eine Kenntniß der Anatomie dieser Theile voraussetzen würde, die wir aus leicht begreiflichen Gründen nicht näher behandelt haben. So viel muß indeß hier bemerkt werden, daß die Form

der äußeren Geschlechtstheile ursprünglich bei beiden Geschlechtern außerordentlich ähnlich ist, und daß es nur leichter Hemmungen in der Entwicklung dieser oder jener Theile bedarf, um jene mannigfaltigen Mißbildungen zu erzeugen, die man öfter als Hermaphroditen ausgegeben hat. Bei allen diesen Mißbildungen ist das Geschlecht sehr deutlich durch die Struktur der innern keimbereitenden Organe zu erkennen, wenn auch die äußeren Theile noch so sehr abweichen. Daß beide Geschlechter auf einem und demselben Individuum vereinigt seyn könnten, ist bei den höheren Säugethieren und dem Menschen durchaus undenkbar, weßhalb man auch bei diesen Geschöpfen nicht von Hermaphroditismus im eigentlichen Sinne des Wortes reden kann. Aus der früheren Aehnlichkeit der äußeren wie der inneren Geschlechtstheile, aus der Unmöglichkeit, Hoden und Eierstöcke von Anfang an zu unterscheiden, hat man eine Menge der lächerlichsten Ansichten über anfängliche Geschlechtslosigkeit, ursprüngliche Weiblichkeit des Embryo u. s. w. ausgesponnen, die begreiflicher Weise keiner Beachtung werth sind. So gewiß als das Ei ursprünglich die Anlage zu allen Organen des Embryo in sich schließt, wenn dieselben auch nicht sichtlich hervorteten, so gewiß befindet sich auch von Anfang an in ihm die Anlage der speciellen Geschlechtsorgane, die dann in die äußere Erscheinung treten, wenn es der Typus der Gattung erfordert.

Sechsundzwanzigster Brief.

Das Blutgefäßsystem.

Bei der Entwicklung des Blutgefäßsystemes kommen so mannichfach verwickelte Processe in Betracht, daß es nothwendig erscheint, die Ausbildung dieses so wichtigen Systemes je nach seinen verschiedenen Elementartheilen zu betrachten. Es wird deßhalb ersprießlich seyn, zuerst von der Entstehung des Herzens, des ersten Kreislaufes, des Blutes und der Gefäße zu sprechen, und dann erst anzudeuten, in welcher Weise die ursprünglichen Anlagen des Blutsystemes sich umgestalten, um diejenige Form des Kreislaufes hervorzubringen, die wir schon früher aus dem Erwachsenen kennen gelernt haben.

Die älteren Beobachter hielten so ziemlich allgemein dafür, daß das Herz das erste Organ sey, welches bei dem Embryo sich bilde, und in Folge dieses Beobachtungsfehlers glaubten sie, daß von dem Herzen als Centralpunkt aus eigentlich die Entstehung sämmtlicher anderer Organe bedingt werde, und das Herz demnach ebenso wichtig für die Embryonalbildung sey, als es für das spätere Leben erscheint. Der Irrthum in der Beobachtung rührte hauptsächlich von dem Umstande her, daß die älteren Beobachter die so durchsichtigen Uranlagen des Nervensystemes übersahen, das Herz dagegen seiner rothen Farbe und lebhaften Bewegungen wegen bald unterschieden. Wenn indeß diese Ansicht auch durch spätere Untersuchungen sich als falsch erwiesen hat, so kann dennoch das frühzeitige Erscheinen des Herzens als ein wesentlicher Charakter der Wirbelthiere angesehen

werden. Bei vielen wirbellosen Thieren ist das Herz das letzte Organ, dessen Anlage man unterscheiden kann; bei allen ohne Ausnahme sind die meisten Organe des Leibes schon auf einer bedeutenden Stufe der Ausbildung angelangt, ehe das Herz sich zu zeigen beginnt. Bei den Wirbelthierembryonen hingegen muß man, um die erste Bildung des Herzens zu sehen, auf die früheste Zeit der embryonalen Entwicklung zurückgehen, auf diejenige Zeit nämlich, wo der Embryo noch ganz flach mit der Bauchfläche über dem Dotter ausgebreitet ist und die primitiven Hirnblasen, die Chorda und die ersten Wirbelplatten eben angelegt sind. Der Embryo beginnt zu dieser Zeit mit dem Kopfende sich von der Dotterfläche abzuheben. Während nun das Kopfende sich loslöst und eine untere freie Fläche zeigt, erblickt man an dieser Bauch- oder Dotterfläche des Kopfes eine cylindrische Zellenanhäufung, welche in der ganzen Länge des Kopfes von vorn nach hinten verläuft. Etwa in der Gegend, wo das Nachhirn endet, oder noch ein wenig hinter diesem Orte, nämlich an der Stelle, wo die vordern Extremitäten hervorbrechen werden, läuft diese Zellenanhäufung in zwei seitliche Schenkel aus, die sich unbestimmt nach der Seite hin über die Gränze des Embryos ausdehnen und auf der Dotterfläche verlieren, ohne genau begränzt werden zu können. Dieser solide, hinten zweischenklige Zellencylinder ist die Uranlage des Herzens, die anfangs ganz horizontal und gerade auf dem Dotter liegt, oder vielmehr zwischen dem Vorderende des Embryo nach außen und dem Schleimblatte nach innen eingeschlossen ist. Bei den Säugethieren, wo durch die Entwicklung der Kopfbeuge der vordere Theil des Kopfes, wie oben ausgeführt wurde, gegen den Dotter hin eingeknickt wird, behält das Herz so ziemlich seine horizontale Lage, bei den Fischen aber z. B., wo die Kopfbeuge nur angedeutet, die Nackenbeuge aber etwas stärker entwickelt ist, stellt sich das Herz zu einer gewissen Zeit des Embryonallebens fast senkrecht gegen die Körperaxe.

Bei diesen letzteren Thieren, deren Embryonen außerordentlich durchsichtig sind, kann man sich sehr leicht überzeugen, daß

das Herz ursprünglich wirklich eine vollkommen solide Zellenmasse darstellt, die keine Höhlung in ihrem Innern enthält. Nach und nach entwickelt sich diese Höhlung in der Axe des Herzstranges, und zwar wahrscheinlicher Weise durch Auseinanderweichen, vielleicht auch durch theilweise Auflösung der Zellen, die in dem Centrum des Stranges sich befinden. Sobald diese innere Höhlung angelegt ist, so beginnen auch die abwechselnden Zusammenziehungen des Herzens, obgleich dasselbe nur noch aus einfachen runden Zellen besteht, welche noch nicht sich zu Fasern ausgebildet haben. Die meisten neueren Beobachter haben sich von dieser Thatsache überzeugt, und manche derselben haben in diesen Zusammenziehungen eines nur bloß noch aus Zellen zusammengesetzten Organes mit vollem Rechte einen Beweis der Contraktilität der ursprünglichen Zellenmembranen gesehen. Gewiß ist auch, daß die Höhle des Herzschlauches in der ersten Zeit ihrer Bildung durchaus für sich abgeschlossen ist, daß diese Höhle anfänglich weder nach vorn in Gefäße des Embryo, noch auch nach hinten in die beiden Schenkel der Herzanlage sich fortsetzt, und daß die in ihr befindliche Flüssigkeit durch die rhythmischen Zusammenziehungen des Herzschlauches abwechselnd hin- und herbewegt wird, ohne einen Ausgang zu finden. Man kann dieß am leichtesten aus dem Umstande ersehen, daß öfters einige Zellen von der innern Herzwand sich loslösen und dann in der Herzhöhle mit der darin enthaltenen Flüssigkeit auf und niedergetrieben werden, ohne aus dem Herzschlauche entweichen zu können.

Es geht aus diesen Beobachtungen, in welchen die neuern Forscher bei den verschiedensten Thieren übereinstimmen, hervor, daß das Herz durchaus isolirt für sich entsteht, daß seine Höhlung ursprünglich mit keinen Gefäßen im Zusammenhange ist, und daß diese Höhle als ein großer Intercellularraum angesehen werden muß, dessen Wände durch die Zellenmassen des Herzschlauches gebildet werden. Es ist in dieser letzteren Beziehung völlig gleichgültig, ob dieser innere Raum durch Auflösung und Zerfließen der centralen Zellen des Herzschlauches gebildet werde,

oder aber durch Auseinanderweichen derselben; welches letztere indeß aus dem Grunde wahrscheinlicher ist, weil oft einzelne losgerissene Zellen im Innern herumgetrieben werden. In beiden Fällen bleibt indeß die Bedeutung der Herzhöhle als Intercellularraum wesentlich bestehen.

Während man die erste Bildung des anfänglichen Herzschlauches beobachtet, entwickelt sich zugleich auf der Oberfläche des Schleimblattes in der Umgebung des Embryo eine eigenthümliche Schicht von Zellen, welche hauptsächlich dazu bestimmt sind, die ersten Elemente des Blutes in sich auszubilden. Im ganzen Umfange eines Kreises nämlich, den man von der Mitte des Embryo aus ziehen würde, und dessen Durchmesser etwa um ein Viertheil länger seyn würde, als der Embryo, in dem Umfange eines solchen Kreises, sage ich, kann man bald nach dem Erscheinen der ersten Anlage des Herzens eine hautartige Zellenschicht unterscheiden, welche ein geflecktes Ansehen bietet, indem dunklere Inseln von Maschen hellerer Substanz durchzogen sind. Diese hautartige Zellenschicht, welche anfangs mit dem Schleimblatte in engem Zusammenhange steht, später aber von ihm abgelöst werden kann, ist dasjenige, was ältere und neuere Embryologen das Gefäßblatt genannt haben. Trotz der Trennung, welche man zwischen diesem Gefäßblatte einerseits und dem Schleimblatte andererseits vornehmen kann, darf indeß dasselbe dennoch nicht mit den andern Blättern der Keimhaut in gleichen Rang gestellt werden, da es, wie wir sogleich sehen werden, an der Bildung der Organe des Rückens keinen Antheil nimmt, sondern außerhalb des Embryo auf dem Dotter verbleibt. Um dieser Ursache willen möchte es geeigneter seyn, dieses Gefäßblatt unter dem Namen der blutbildenden Schicht zu bezeichnen.

In ihrer Peripherie ist die Blutbildungsschicht rundum durch einen dunkleren Kreis genau abgegränzt, der nur dem Kopfende des Embryo gegenüber unterbrochen ist. Beobachtet man nun die Blutbildungsschicht weiter in ihrer Entwicklung, so sieht man, daß in dem Umkreise der dunklen Stellen die helleren

Zwischenlagen allmählig auseinander weichen. Auf diese Weise entstehen Rinnen, welche die dunklen Zellenanhäufungen umgeben, so daß diese von Flüssigkeit umspült werden, welche sich in den Rinnen ansammelt. Die Rinnen begränzen sich immer mehr und mehr durch das Aneinanderschließen der helleren, maschenartige Figuren bildenden Zellenmassen und diese Maschen vereinigen sich von beiden Seiten her allmählig gegen die Stellen hin, wo die beiden Schenkel des Herzschlauches in die Blutbildungsschicht übergehen. Auf diese Weise bilden sich also mit einander zusammenhängende Maschenräume, in welchen Haufen von dunklen Embryonalzellen abgelagert sind, die sich zu Blutkörperchen ausbilden, während die umgebenden auseinandergewichenen helleren Zellenmassen die ersten Gefäßwandungen darstellen. Anfangs erscheinen diese in der Blutbildungsschicht entstandenen Maschenräume noch für sich isolirt. Sobald sie aber so weit herangebildet sind, daß man ihre Höhlen bemerken kann, so haben sich diese Höhlen auch von beiden Seiten her mit den hintern Schenkeln des Herzschlauches verbunden und in diesen geöffnet. Mit der Herstellung dieser Verbindung beginnt auch der erste Kreislauf, indem die rhythmischen Zusammenziehungen des Herzens, welche schon vorher thätig waren, auch auf die in den Maschenräumen der Blutbildungsschichte befindliche Flüssigkeit ihre Wirkung fortpflanzen. Um diesen ersten Kreislauf zu begreifen, ist es indessen nöthig, auch diejenigen Gefäße zu berücksichtigen, welche sich in dem Körper des Embryo selbst gebildet haben. Der Herzschlauch selbst hat sich nämlich während der Ausbildnng der Gefäße verlängert und Sförmig zusammengekrümmt. Während man früher sein vorderes Ende nicht deutlich unterscheiden konnte, so kann man sich jetzt überzeugen, daß er nach vorn ebenso wie nach hinten in zwei Schenkel sich theilt, die sich gegen die Schädelbasis hin um die Speiseröhre herumbiegen, über derselben und unter der Wirbelsaite nach hinten zu sich vereinigen und so einen kurzen Stamm bilden, der längs der Chorda gegen den Schwanz hin verläuft. Der Herzschlauch endigt also nach vorn in zwei Aortenbogen, welche durch ihre

Vereinigung eine mittlere Aorta bilden. Diese theilt sich in ihrem Verlaufe nach hinten zu in zwei seitliche Stämme, die längs der Wirbel bis zu dem Körperende verlaufen und nach beiden Seiten hin quere Aeste aussenden, die sich ebenfalls in der Blutbildungsschicht verzweigen.

Der erste Kreislauf des Embryo geht demnach in folgender Weise vor sich. Aus dem Sförmig gekrümmten Herzschlauche wird das Blut in die beiden Aortenbogen getrieben, strömt durch die anfangs ganz einfache Aorta, dann durch die beiden aus derselben entstehenden Wirbelarterien nach hinten, und vertheilt sich endlich in maschenförmigen Netzen durch die aus den Wirbelarterien entspringenden seitlichen Dotterarterien auf der Bildungsschicht. Der dunkle Kreis, welcher die Peripherie dieser Schicht begränzte, hat sich in ein zusammenhängendes Gefäß, die sogenannte Kreisvene umgewandelt, welche den Embryo fast überall umgibt, in der Nähe des Kopfes aber einbiegt und so zwei Stämme bildet, in welchen das Blut gegen die beiden Schenkel des Herzschlauches hinströmt. Ebenso sammelt sich dem Hintertheile des Embryo entsprechend, das Blut in zwei seitlichen Stämmen, in welchen es von hinten nach vorn gegen die Herzschenkel strömt, um von da aus durch das Herz die Bahn von neuem wieder zu beginnen. Betrachtet man einen Embryo aus dieser Periode, der mit ausgebreitetem Gefäßblatte auf dem Rücken liegt, so erscheint der Fötus als die Axe zweier Halbmonde, die mit ihren hinteren Spitzen zusammenstoßen, vorn aber von einander getrennt sind. Die äußere Peripherie dieser Halbmonde wird von der Kreisvene, die innere von den sogenannten Nabelblasenvenen gebildet; — in der Mitte etwa hängen die Halbmonde durch zwei vorspringende Zipfel, die Herzschenkel, mit dem Herzschlauche zusammen. Es erscheint also dieser erste Kreislauf im Verhältniß zu dem Embryo als ein durchaus äußerlicher, maschenartige, den Capillaren entsprechende Gefäße zeigen sich nur in der Blutbildungsschicht, nicht aber in der Embryonalsubstanz, in welcher außer der Aorta und den beiden Wirbelarterien durchaus keine Gefäße sich finden. Der erste Kreislauf ist also offenbar

darauf berechnet, ein Capillarnetz in der Blutbildungsschicht in größter Nähe mit dem Dotter auszubilden, und damit die Zufuhr von Substanz aus dem Dotter zu vermitteln.

Es würde für den Zweck unserer Darstellung zu weit führen, wollten wir hier auseinander setzen, in welcher Weise dieser erste Kreislauf sich allmählig abändert und wie er durch die mannigfaltigsten Umbildungen in diejenige Form übergeht, welche wir bei dem ausgetragenen Fötus erblicken. Der Herzkanal, der früher einfach war, schlingt sich allmählig mehr und mehr zusammen, erweitert sich an gewissen Stellen, während er an andern sich zusammenschnürt, und entwickelt sich endlich durch die mannigfaltigsten Verwachsungen zu jener Form, welche wir in einem früheren Briefe bei dem Erwachsenen kennen gelernt haben. Mit der weitern Ausbildung der embryonalen Organe entstehen auch in diesen Gefäße, welche, ihrem Verlaufe nach die mannigfaltigsten Metamorphosen durchgehen, ehe die bleibende Gestalt des Kreislaufes hervorgebracht ist. Man hat sehr oft behauptet, die Organe entstünden gleichsam durch Ablagerung aus den Gefäßen; — es bildeten sich erst Gefäßschlingen, in deren Zwischenräumen sich dann die Substanz der Organe niederschlüge und anhäufte. Die Beobachtung thut im Gegentheile dar, daß alle Organe ohne Ausnahme bei ihrer Entstehung aus compakten Zellenhaufen gebildet sind, in denen erst später Gefäße auftreten, und zwar kann man mit vollkommener Sicherheit den Satz aufstellen, daß sich dann erst später Gefäße in den Organen bilden, wenn die Zellen derselben sich zu differenziren und in besondere Gewebtheile umzubilden beginnen. So lange ein Organ aus primitiven Embryonalzellen besteht, die überall gleichförmig sind, so genügt die Lebensthätigkeit dieser Zellen zu der Ernährung und Fortbildung des Organs. Sobald aber die Zellen in specielle Elementartheile überzugehen beginnen, hier Fasern, dort Epithelien, Nervenröhren oder Muskelcylinder aus sich entwickeln, so zeigen sich auch an bestimmten Orten Gefäße, deren Capillarien bei dem allmähligen Zugrundegehen der Zellenvegetation der Ernährung des Organes vorstehen. Die

Gefäße bilden sich demnach wie andere Elementartheile auf dem Platze selbst durch die Differenzirung der primitiven Zellen. Sie wachsen weder in die Organe hinein, noch aus denselben hinaus.

Es fragt sich indessen, auf welche Weise die Gefäße entstehen, und wie man dieselben der Zellentheorie gegenüber ansehen muß. Was nun zuerst das Herz und die großen Gefäße, der Blutbildungsschicht sowohl als auch des Embryo betrifft, so unterliegt es keinem Zweifel mehr, daß dieselben durch Auseinanderweichen ursprünglich conpakter Zellenhaufen sich bilden. Nicht nur an dem Herzen hat man diese Entstehungsweise direkt beobachtet, sondern auch an den Stämmen und Aesten der Gefäße, welche sich in der Blutbildungsschicht erzeugen. Die auseinandergewichenen Zellenmassen bilden die Wandungen dieser primitiven Gefäßrinnen, und anfangs ist der Zusammenhang derselben nach so lose, daß man öfter beobachtete, wie Zellen von diesen Wandungen sich loslösten und in dem Blutstrome mit fortgerissen wurden. Allmählig verschmelzen die Begränzungszellen der Gefäße inniger miteinander und bilden dann eine gesonderte Gefäßwandung, in welcher sich meistens Fasern entwickeln. Neuere Beobachtungen machen es nicht wahrscheinlich, daß alle Gefäße, welche in primitiver Zeit bei Embryonen auftreten, Wandungen besitzen, die aus mehrfachen Zellenlagen hervorgegangen sind, daß demnach alle Gefäße, welche in der ersten Zeit entstehen, als wahre Intercellularräume betrachtet werden müssen, die sich zwischen den Zellenanhäufungen ausgehöhlt haben. Man hat in neuester Zeit die Folgerungen aus diesen Beobachtungen sogar so weit getrieben, daß man behauptete, alle diese Gefäße würden durch den Stoß des Herzens ausgehöhlt, das durch seine Zusammenziehungen die in ihm enthaltene Flüssigkeit gleichsam in die losen Zellenanhäufungen hineinspritze. Abgesehen davon, daß eine solche Erklärung geradezu absurd genannt werden kann, indem es unmöglich wäre, zu begreifen, aus welchem Grunde die Blutbahnen sich überall bei tausend und aber tausend Embryonen an demselben Orte aushöhlen, und

wie ein aus losen Zellenmassen bestehendes Herz Kraft genug entwickeln könne, um durch die von ihm bewegte Flüssigkeit andere Zellenanhäufungen aus einander treiben zu können; abgesehen hievon, sage ich, liegen auch bestimmte Beobachtungen vor, daß solche Intercellularräume sich durchaus abgesondert bilden, und dann erst mit den schon bestehenden Blutbahnen in Communikation treten. Wo aber die nackte Thatsache widerspricht, da bedarf es keiner weiteren Widerlegung.

Man hat behauptet, daß die Capillargefäße auf andere Weise entstünden, als diejenigen Stämme, von deren Entstehung wir soeben handelten. Man sah in der Blutbildungsschicht in ganz früher Zeit, und zwar noch lange bevor die ersten Spuren von Gefäßen sich zeigen, eigenthümliche sternförmige Zellen, welche bei dem Hunde namentlich meistens in drei Spitzen ausgezogen waren, die sich in ziemlich feine Fäden verlängerten. Diese Zellen wurden bei den Säugethieren wenigstens nicht sowohl in der Blutbildungsschicht als vielmehr lange vor der Isolirung derselben in der Keimblase gesehen, noch bevor die Primitivrinne entwickelt war, also geraume Zeit vor dem Auftreten der ersten Spuren von Blutgefäßen. Später erblickte man diese Sternzellen nicht mehr. Ganz das gleiche Verhältniß hatte man bei dem Vogeleie gesehen, auch dort zeigten sich solche sternförmige Zellen in der Keimhaut, die ebenfalls geraume Zeit vor dem Auftreten der ersten Gefäße wieder verschwanden. Man beobachtete nun bei schon ziemlich vorgeschrittenen Embryonen die Capillargefäße und fand, daß dieselben aus strukturlosen Häuten bestunden, an welchen hie und da einzelne Zellenkerne anlagen. Man fand zugleich, daß diejenigen Stellen, wo die Capillargefäße sich theilten, einen etwas größeren Durchmesser hatten, als die Aeste selbst, und combinirte nun aus allen diesen Beobachtungen folgende Entstehungsweise der Capillargefäße. Die sternförmigen Zellen der Keimblase sollten mit ihren Ausläufern zusammenwachsen, und so Maschen darstellen, an denen hie und da die ursprünglichen Zellenkerne zurückblieben. Die Capillargefäße sollten demnach nicht, wie die übrigen Gefäße, als

Intercellularräume entstehen, sondern wirkliche mit einander verschmolzene Zellenhöhlen seyn. So richtig alle Beobachtungen sind, worauf man diese Theorie stützte, so falsch ist unseres Erachtens die Combination der Schlüsse, welche man darauf gebaut hat. Die sternförmigen Zellen wurden nur in der frühesten Periode der Keimhautanlage beobachtet, späterhin nicht mehr. Die ersten Gefäße entstehen anerkanntermaßen als Intercellularräume, ohne Zwischenkunft solcher sternförmiger Zellen. Erst in der späteren Periode des Fötuslebens und bei erwachsenen Thieren findet man strukturlose Capillarien. Die ganze Entwicklung des ersten Kreislaufes, eine lange Zeit des embryonalen Lebens, liegt also zwischen den Sternzellen einerseits und den strukturlosen Capillarien andererseits. An diesen letzteren liegen Kerne, während die Sternzellen selbst keine Kerne besitzen. Man hat ferner in pathologischen Neubildungen, wo doch sehr häufig Capillarien sich entwickeln, noch niemals Sternzellen beobachtet. Aus allen diesen Gründen muß man sich bestimmt gegen die Entstehung der Capillargefäße aus der Verschmelzung sternförmiger Zellen erklären, diese Annahme verlassen, die aus einer Zeit stammt, wo man jede Röhre aus Aneinanderlegung und Verschmelzung längsgereihter Zellen entstehen ließ und auch den Capillarien gleiche Entstehung wie den größeren Gefäßen beimessen.

Das **Blut** ist, wie wir in einem früheren Briefe weitläufig auseinandersetzten, keine homogene Flüssigkeit, sondern aus einem farblosen Serum und gefärbten Blutkörperchen zusammengesetzt, die bei jedem Thiere eine ganz eigenthümliche Form und Größe besitzen und von allen andern Gewebtheilen sich auf den ersten Blick unterscheiden. Es fragt sich nun, in welcher Weise diese eigenthümlichen Gewebelemente des Blutes entstehen? Man hat über diesen Punkt die mannigfaltigsten Untersuchungen angestellt, und während früher mancherlei Widersprüche in den Beobachtungen sich zeigen, so scheinen diese jetzt zu einem befriedigenden Ganzen vereinigt werden zu können.

Die ersten **Blutzellen**, denn so muß man ohne Zweifel dieselben benennen, sind weiter nichts als losgerissene Partikeln

von den Zellenwandungen der ersten Gefäße. Wir haben gesehen, daß in dem Herzen sowohl wie in den größeren Gefäßen, sobald ihre Höhlung sich zu entwickeln beginnt, einzelne innere Zellen oder auch ganze Zellenhaufen losgelöst und in den Blutstrom mit fortgerissen werden. Dasselbe findet statt mit den dunkleren Zellenmassen in der blutbildenden Schicht, um welche herum sich Gefäßrinnen bilden. Sobald diese mit der Herzhöhlung in Verbindung getreten sind, so werden die dunkleren Zellen durch den mitgetheilten Stoß des Herzens allmählig in Bewegung gesetzt, fortgerissen, und bilden so die ersten Blutkörperchen, welche sich in nichts von den ursprünglichen Embryonalzellen unterscheiden. Sie sind durchaus farblos, rund, von weit bedeutenderer Größe als die platten Blutkörperchen des Erwachsenen und zeigen wie alle Embryonalzellen deutliche Kerne und körnigen Inhalt. Der Inhalt dieser ersten Blutzellen namentlich entspricht ganz demjenigen der übrigen primitiven Zellen, weßhalb er bei den Fröschen z. B. aus mehr festen Stearintäfelchen besteht, bei den Säugethieren feinkörniger Natur ist. Die Umwandlung dieser Zellen in gefärbte Blutkörperchen geht in der Weise vor sich, daß der körnige Inhalt nach und nach aufgesogen wird und verloren geht, daß die ursprünglich bedeutend große Zelle kleiner wird, sich abplattet, vielleicht auch durch Theilung in zwei kleinere Zellen sich spaltet, und daß die kleineren Zellen sich mit Blutfarbstoff füllen, der bekanntlich in der Masse der Blutkörperchen durchaus gleichförmig vertheilt ist. Man hat an den ursprünglichen Blutzellen mancherlei Erscheinungen gesehen, welche auf eine Theilung derselben hindeuten; doppelte Kerne, einfache längliche Kerne, in Biscuitform; in der Mitte eingeschnürte Blutzellen, die um ihre Axe gedreht schienen, und ähnliche Formen mehr, die sich wohl nicht anders als durch beginnende Theilung erklären lassen, und damit auch über den auffallenden Größeunterschied zwischen den ursprünglichen farblosen Blutzellen und den gefärbten Körperchen Aufschluß geben.

Begreiflicher Weise genügt die Zahl der ursprünglichen

Blutkörperchen durchaus nicht, um auch bei fortdauernder Vermehrung durch Theilung die ungemeine Zahl von Blutkörperchen hervorzubringen, welche in dem späteren Kreislaufe sich zeigen. Die Gewebe des Embryo können aus ihren Zellen keine hinlängliche Zahl primitiver Blutzellen herstellen, weßhalb sich ein eigener Herd der Bluterzeugung in der blutbildenden Schicht entwickelt. Bei denjenigen Thieren, wo der Dotter als Ernährungsmaterial während des ganzen Embryonallebens eine bedeutende Rolle spielt, erhält sich diese blutbildende Schicht des Schleimblattes auf lange in ihrer Funktion. Bei den Säugethieren aber, wo der Dotter nur höchst unbedeutend im Verhältnisse zu dem Embryo ist und dieser seine hauptsächlichste Nahrung aus dem Blute der Mutter selbst empfängt, gestaltet sich bald ein besonderer Blutbildungsherd in der Leber, und es wird deßhalb erklärlich, weßhalb diese Drüse bei den Embryonen eine verhältnißmäßig so bedeutende Größe erreicht. Aus dem Blute der Mutter können, wie schon früher bemerkt wurde, nur flüssige Stoffe in das Blut des Embryos übergehen. Die Blutkörperchen müssen also von dem Fötus selbst gebildet werden, und da die Blutbahnen in sich abgeschlossen sind, so kann diese Ausbildung der Blutkörperchen nur innerhalb der Gefäße selbst vor sich gehen. Wenn es nun wohl keinem Zweifel unterliegt, daß in allen Geweben, wo neue Gefäße entstehen, auch Zellen sich losreißen und Blutkörperchen bilden, so trifft man doch in den Lebergefäßen eine ungemeine Menge von Zellen in verschiedenen Stadien, die in Blutkörperchen übergehen. Man sieht dort nach der Beschreibung neuerer Autoren kleine Kerne, die sich zuerst mit körnigem Inhalt und dann mit zarten Membranen umhüllen und so kleine farblose Blutzellen bilden. Anfänglich ganz blaß, werden diese farblosen Zellen allmählig durch Aufnahme von Farbstoff dunkler und gehen dadurch in gewöhnliche gefärbte Blutkörperchen über. Viele dieser Zellen scheinen auch auf dieselbe Weise wie die primitiven, aus losgerissenen Embryonalzellen entstandenen Blutzellen sich durch Theilung zu vermehren. Man hat bemerkt, daß bei denjenigen Thieren, wo der Dotter keine besondere Rolle

spielt, wie bei Säugethieren, diese Blutkörperchen etwa ein Drittheil der Gesammtzahl der Blutzellen in dem Leberblute ausmachen; in andern Gefäßen aber weit seltener sind, während bei Eidechsen überall in der Blutmasse diese farblosen Körperchen etwa gleichmäßig vertheilt waren, was sich leicht dadurch erklärt, daß hier die Bildung solcher Zellen überall in den Dottergefäßen statt hatte.

Die wesentlichsten Resultate, welche wir über die Bildung der Gefäße und des Blutes besitzen, lassen demnach alle Gefäße ohne Ausnahme so lange als Intercellularräume erscheinen, bis sie sich allmählig durch Differenzirung ihrer Wandungen als selbstständige Röhren hinstellen. Die Beobachtung läßt ferner die Blutkörperchen theils aus ursprünglich losgerissenen Embryonalzellen hervorgehen, theils auch innerhalb der schon gebildeten Gefäße in besondern Blutbildungsherden neu entstehen. Bei den Säugethieren läßt sie die Leber als solchen späteren Blutbildungsherd erscheinen.

Der Uebergang des embryonalen Kreislaufes in denjenigen, welcher nach der Geburt und bei dem Erwachsenen sich zeigt, bildet einen zu wichtigen Abschnitt in der Geschichte des Fötus, als daß wir nicht einige Augenblicke bei demselben verweilen sollten. Wir haben gesehen, daß bei dem Erwachsenen das Herz vollkommen in zwei Hälften, eine linke und eine rechte, geschieden ist; daß aus der linken Herzhälfte das Blut in den ganzen Körper getrieben wird, durch die Capillarien des Körpers und die Körpervenen in das rechte Herz strömt, von dort aus mit erneuter Kraft den Lungen zueilt, und aus diesen in die linke Herzhälfte zurückkehrt. Wir haben ferner gesehen, daß nur innerhalb der Capillargefäße das Blut seine Beschaffenheit ändert, und daß beim Erwachsenen kein anderer Zusammenhang zwischen arteriellem und venösem Blute gegeben ist, als durch Vermittlung der Capillarien. Diesen Verhältnissen gegenüber haben wir den ersten Kreislauf des Blutes im Embryo im Anfange dieses Briefes beschrieben, dessen wesentlicher Charakter darin besteht, daß man keinen Unterschied zwischen venösem und

arteriellem Blute nachweisen kann, daß das Herz nur einen einfachen Schlauch darstellt, von welchem aus das Blut längs des Körpers hinabläuft, ohne in die Substanz desselben sich zu vertheilen. Es geht vielmehr in seiner Gesammtheit durch die Nabelarterien auf die Nabelblase über, um dann durch die Nabelvene in den einfachen Herzschlauch zurückzukehren. Es fragt sich nun, wie sich diese beiden Extreme vermitteln, und namentlich wie der letzte Kreislauf des Embryo unmittelbar vor der Geburt sich verhalte.

Ursprünglich fanden sich nur zwei Aortenbogen, die, ohne Aeste abzugeben, sich unter der Wirbelsäule vereinigten, um die große Körperarterie, die Aorta, zu bilden. Nach und nach entwickeln sich aber eben so viele Gefäßbogen aus dem Herzen, als man Kiemenbogenpaare zählt. Alle diese Bogen umfassen den Schlund und vereinigen sich über demselben in der Aorta. Sehr schnell verkümmern aber mehrere dieser Bogen, während andere, besonders ein linker und ein rechter, sich stärker ausbilden. Zugleich entwickelt sich die Scheidewand der Herzkammern, so daß der eine dieser übriggebliebenen arteriellen Aortenbogen der linken, der andere der rechten Herzhälfte angehört. Statt eines doppelten, durch eine senkrechte Scheidewand getheilten Vorhofes sieht man zu dieser Zeit nur einen einfachen Venensack, in welchen die von oben und unten kommenden venösen Gefäße einmünden. Die Nabelblase ist geschwunden mit ihrer ganzen Circulation; dagegen hat sich die Placenta durch Mithülfe des Harnsackes hervorgebildet und die Körperorgane erhalten sämmtlich Blut durch Arterien, welches sie durch Venen dem Herzen wieder zusenden. So hat sich allmählig eine eigenthümliche Form des Kreislaufes herangebildet, deren wesentlicher Charakter darin besteht, daß die obere und untere Körperhälfte aus verschiedenen Herzhälften versorgt werden und ein Theil des Blutes außerhalb des Embryo nach der Placenta hin getrieben wird, um dort den Austausch mit der Blutmasse der Mutter zu besorgen. Das Blut strömt bei dieser intermediären Form des Kreislaufes aus der linken Herzkammer durch ein

bedeutendes Gefäß, die linke oder obere Aorta, hervor und vertheilt sich nach dem Kopfe und den oberen Extremitäten. Aus den Capillarien dieser Gebilde sammelt es sich wieder in einen einzigen Stamm, die obere Hohlvene, welcher sich in den gemeinschaftlichen Venensack, doch etwas mehr gegen die rechte Seite hin, öffnet. Aus diesem in die rechte Kammer getrieben läuft das Blut durch die untere oder rechte Aorta hervor, welche im Bogen sich gegen die Wirbelsäule hin krümmt, Zweige an Lunge, Leber und alle Eingeweide gibt und zuletzt sich in die Extremitäten vertheilt. In der Bauchhöhle aber gibt diese untere Aorta zwei Arterienstämme ab, die Nabelarterien, die früher dem Harnsacke angehörten und nun durch den Nabelstrang nach der Placenta hingehen, um dort sich zu vertheilen. Das Blut der rechten Aorta, des rechten Ventrikels versorgt also die untere Körperhälfte, die Eingeweide und die Placenta. Von den Extremitäten kehrt es durch die unteren Venen, von der Placenta durch eine Nabelvene zurück und vermischt sich mit dem aus der Leber kommenden Blute in einem großen Gefäße, der unteren Hohlvene, die in den gemeinschaftlichen Venensack doch etwas mehr nach links hin sich öffnet. Das Blut der unteren Hohlvene strömt dieser Richtung der unteren Hohlvene zufolge mehr in den linken Ventrikel und beginnt von diesem aus wieder seine Bahn durch die linke oder obere Aorta.

Die obere Körperhälfte erhält demnach einzig und allein Blut aus dem linken Ventrikel, dessen Aorta sich ganz in derselben vertheilt und sendet das Blut sämmtlich in die rechte Vorhofshälfte zurück. Die linke Aorta wird aber besonders durch die untere Hohlvene gespeist, welche das von der Placenta zurückkehrende Blut enthält. Dieses war aber mit dem Blute der Mutter in Wechselwirkung, und hat dadurch analoge Veränderungen erfahren, wie diejenige, welche später in den Lungen erzielt wird. Daraus erklärt sich die vorwiegende Entwicklung der oberen Körperhälfte in der früheren Zeit des Embryonallebens. Die untere Körperhälfte erhält durch Vermittlung der oberen Hohlvene, des rechten Ventrikels und der rechten unteren

Aorta fast nur Blut, welches schon die Capillarsysteme der oberen Körperhälfte durchlaufen hat, dem aber durch die, in dem gemeinschaftlichen Venensack des Herzens gegebene Communikation einiges, von der Placenta herkommende Blut beigemischt wird. Der Lungenkreislauf besteht zu dieser Zeit aus einem höchst geringen Arterienzweige, der von der rechten Aorta abgeht und aus einer kleinen Vene, welche in die untere Hohlvene zurückkehrt. Bedeutender ist schon der Leberkreislauf, indem einerseits das von den Eingeweiden kommende Blut sich in eine Pfortader sammelt, die sich in der Leber verzweigt, andererseits auch die von der Placenta zurückkommende Nabelvene Zweige in die Lebersubstanz abgibt. Die so aus der Pfortader und den Nabelvenen gebildeten Capillarien der Leber sammeln sich in Lebervenen, welche sich in die untere Hohlvene ergießen.

Während nun der Fötus der Reife sich nähert, bildet sich allmählig eine Scheidewand in dem gemeinschaftlichen Venensacke aus, die denselben in zwei Vorhöfe abscheidet, welche aber noch immer durch eine bedeutende Communikationsöffnung, das eirunde Loch (foramen ovale) durchbrochen ist. Die beiden Aorten haben sich aneinander gelegt und sind miteinander verschmolzen an der Stelle, wo sich der Bogen der rechten Aorta nach hinten hinwandte. Die Lungenarterie ist größer geworden. Der Bogen der rechten Aorta, von dem Ursprunge der Lungenarterie an bis zu der Vereinigungsstelle, heißt jetzt der Arteriengang (ductus arteriosus Botalli). Die Cirkulation in der Leber hat sich schärfer begränzt und der gesammte Kreislauf hat jetzt bei dem reifen Fötus, unmittelbar vor der Geburt, folgende Anordnung:

Aus der linken Herzkammer strömt das Blut durch die linke Aorta im Bogen aus und vertheilt sich in die Gefäße der oberen Körperhälfte. Unmittelbar hinter der Abgabestelle dieser Gefäße öffnet sich der Bogen in denjenigen der absteigenden, aus dem rechten Ventrikel kommenden, Aorta, die also auch einiges Blut aus dem linken Ventrikel erhält. Das nach Kopf und Armen vertheilte Blut der linken Aorta kehrt durch die obere Hohlvene in den rechten Vorhof zurück, und wird von der rechten Kammer

durch die rechte Aorta ausgetrieben. Ein Theil dieses Blutes (der geringere) strömt durch die Lungenarterie in die Lungen, die Hauptmasse durch den rechten Aortenbogen (den Botallischen Gang) in die absteigende Aorta und vertheilt sich in die Eingeweide und die unteren Extremitäten. Zwei große Zweige dieser absteigenden Aorta, die Nabelarterien, führen das Blut in die Placenta und durch die Nabelvene aus dieser wieder zurück. Das Blut der hinteren Extremitäten strömt durch die untere Hohlvene nach dem Herzen. Dieser untere Hohlvenenstamm nimmt bei seinem Durchgange durch die Leber einen großen Ast der Nabelvene auf, den sogenannten Venengang (ductus venosus Arantii). Das übrige Blut der Nabelvene vertheilt sich theils durch besondere Zweige, theils mit der Pfortader in die Lebersubstanz und sämmtliches Blut der Leber kehrt durch Lebervenen in die untere Hohlvene zurück. Diese öffnet sich mehr in die linke Vorhofshälfte, welche zugleich die Lungenvenen aufnimmt. Doch ist die Oeffnung so gelegen, daß sie auch theilweise in den rechten Vorhof schaut.

Bei dem reifen Fötus ist also die Lungencirculation vorbereitet durch Vergrößerung der Lungenarterie, obgleich noch der größte Theil des Blutes aus dem rechten Vorhof in die Aorta durch den Botallischen Gang überströmt. Ebenso ist die Scheidung der Vorhöfe schon bedeutend vorgeschritten. Mit der Geburt nun wird der Placentarkreislauf plötzlich abgeschnitten. Die Nabelgefäße werden verschlossen; die Lungenarterien bedeutend erweitert und der Botallische Gang allmählig außer Kurs gesetzt, wie der todte Arm eines Flußbettes. Er obliterirt und dann strömt alles Blut aus der rechten Kammer in die Lungen und durch dieselben zurück in den linken Vorhof. Die Mündung der unteren Hohlvene zieht sich ganz in den rechten Vorhof, in welchen die obere Vene von Anfang an einströmte, das eirunde Loch schließt sich und damit ist der Uebergang in die Circulationsform des Erwachsenen und somit auch die Scheidung beider Blutarten, des arteriellen und venösen, vollendet. Zuweilen bleibt in Folge von Hemmungsbildungen entweder das Loch der

Vorhofsscheidewand oder der Botallische Gang offen, beide Blutarten mischen sich und die Folge dieses abnormen Verhältnisses ist unvollständige Orydation des Blutes und bläuliche Färbung desselben, die durch die Haut schimmert. Diese blausüchtigen Kinder leiden an allgemeinen Fehlern des Ernährungsprozesses und wenn nicht die abnorme Communikationsöffnung sich schließt, so sind sie meist einem frühen Tode verfallen.

Siebenundzwanzigster Brief.

Allgemeine Uebersicht.

Die Entwicklung der einzelnen Organe für sich abgesondert betrachtet, wie wir bisher thaten, liefert kein Gesammtbild der Erscheinungen im werdenden Individuum. Wir werden deßhalb nun in kurzen Umrissen darzustellen suchen, wie einerseits die Ausbildung der Form im Allgemeinen, anderseits auch diejenige der Lebensäußerungen voranschreite, indem sich aus diesen Verhältnissen manche wichtige Folgerungen für die gesammte Physiologie ergeben.

Die Naturphilosophie, welche das ganze Thierreich auf einen einzigen Typus zurückzuführen und die allmählige Entwicklung des Organischen aus einem belebten formlosen Stoffe, dem sogenannten Urschleime, darzuthun suchte, hatte sich auch nicht ohne Glück der mangelhaften Kenntnisse, die man über die Entwicklung des Embryos zur damaligen Zeit hatte, bedient, um daraus die Analogie der embryonalen Entwicklung mit denjenigen des Thierreiches im Allgemeinen nachzuweisen. Die mehr oder minder kugelförmige Gestalt niederer Thiere ließ eben die Kugel als den Uranfang alles Organischen ansehen. Aus seinem kugligen Uranfange, dem Ei, sollte der Embryo, der Ansicht der Naturphilosophen zufolge, eine Stufenfolge von Metamorphosen durchlaufen, welche den im Thierreiche bleibend dargestellten Typen parallel gingen. Man behauptete, der Embryo sey zu gewissen Zeiten Qualle, Mollusk, Gliederthier, Fisch und Amphibium, und suchte diese Behauptung freilich mehr durch allgemeine Phrasen als durch spezielle Thatsachen zu erörtern.

Wenn Einzelne es wagten, in diese Vergleichung der speziellen Verhältnisse einzugehen, so fielen diese Versuche unglücklich aus, wie denn z. B. eine Vergleichung des Baues der Mollusken und des Embryos, die noch in neuerer Zeit von einem Mitgliede der französischen Akademie versucht wurde, in das Gebiet des Hochkomischen gehören würde, wenn sie nicht mit dem bitteren Ernste der eingebildeten Ueberzeugung vorgebracht wäre.

Das Thierreich bietet verschiedene Organisationstypen dar, die sich nach besonderen und eigenthümlichen Normen entwickeln. Einem solchen Organisationstypus gehören die sämmtlichen Wirbelthiere an. Alle Wirbelthiere sind nach einem und demselben gemeinschaftlichen Plane gebaut, der indeß vielfache Abänderungen und spezielle Modifikationen erfährt. Im Bereiche eines jeden Organisationstypus aber sind diejenigen Ansichten, welche die Naturphilosophie auf das gesammte Thierreich anwenden wollte, in gewisser Ausdehnung ganz richtig. Die Organe des Embryo durchlaufen in ihrer Entwicklung verschiedene Stadien, welche in den niederen Thieren, die demselben Organisationstypus angehören, während des ganzen Lebens bleibend sich erhalten. Die Aehnlichkeit, welche hierdurch zwischen den Embryonen und den niedern Thieren desselben Reiches hergestellt wird, erstreckt sich deßhalb dennoch niemals auf völlige Gleichheit in der Anordnung sämmtlicher Organe. Der allgemeine Organisationsplan, welchem die Embryonen angehören, gibt sich durch einzelne Züge kund, die zwar an vielen Orten auftreten, stets aber mit speziellen Eigenthümlichkeiten verwebt sind, in welchen sich schon der spätere Bau des Embryo geltend macht. Durch diese speziellen Eigenthümlichkeiten gerade gibt sich aber der Embryo als werdender, nicht als fertiger Organismus zu erkennen. Es ist deßhalb Aufgabe des Forschers in der Entwicklungsgeschichte, die Züge, welche dem allgemeinen Organisationsplan angehören, zu trennen von denjenigen, welche der speziellen Eigenthümlichkeit sich unterordnen. Es gibt Züge, welche allen Wirbelthierembryonen gemeinschaftlich sind und nur bei den Embryonen vorkommen, ohne je bei einem erwachsenen

Thiere bleibend dargestellt zu seyn; — andere, die sich bleibend erhalten können, bei den höheren Wirbelthieren aber verschwinden; — noch andere endlich, welche nur nach dem Embryonalleben auftreten und sich während dem Ablaufe des selbstständigen Lebens ausbilden. Es würde zu weit führen, wollten wir hier nachweisen, wie diese verschiedenen Zeiten des Auftretens der einzelnen Charaktere im embryonalen Leben mit Glück benutzt werden können, um diese Charaktere selbst ihrer relativen Wichtigkeit nach gruppiren zu können. Unsere Aufgabe wird zunächst seyn, die verschiedenen Punkte zu durchgehen, in welchen der Embryo des Menschen und der höhern Säugethiere mit der Organisation der niederen Wirbelthiere näher übereinstimmt.

Bei seinem ersten Auftreten besitzt der Embryo der Wirbelthiere einen platten Körper von Guitarrenform, in dessen Längslinie eine hohle Rinne, die Primitivrinne sich befindet. So viel Embryonen man auch noch untersucht hat, so hat man doch nie diese Primitivrinne fehlen sehen und stets bei allen Wirbelthieren sie als das erste differenzirte Organ kennen gelernt. Bei keinem Embryo wirbelloser Thiere hat man etwas Aehnliches entdeckt, und es kann deßhalb die Primitivrinne unbedingt als charakteristisches Kennzeichen aller Wirbelthierembryonen ohne Ausnahme angesehen werden. Die primitive Gestalt des Gehirnes und Rückenmarkes, wie sie sich vor der Schließung der Primitivröhre zeigt, ist bei keinem erwachsenen Thiere hergestellt, und erst dann zeigen sich Aehnlichkeiten, wenn die Ränder der Primitivrinne sich zugewölbt haben, und auch innerhalb des Nervensystemes einzelne Gewölbtheile entstanden sind. Man kennt freilich bis jetzt ein einziges Thier, bei welchem, wie es scheint, keine primitiven Hirnblasen vorhanden sind; wenigstens sieht man an dem erwachsenen Amphioxus nur sehr unbedeutende Anschwellungen des cylindrischen Rückenmarkes, das nach vornen hin abgestumpft endigt, ohne ein Gehirn unterscheiden zu lassen. In den einzelnen Hirntheilen selbst gewahrt man bei verschiedenen Thieren die mannigfaltigsten Annäherungen zu dieser oder jener bleibend ausgedrückten Hirnbildung; — so in der ursprünglichen Kleinheit

der Hemisphären des großen Gehirns; in dem allmähligen Hinüberwachsen und Verdecken der Mittelhirnblase, in der ursprünglichen bedeutenden Aushöhlung dieser letzteren, die nach und nach sich mit festerer Masse füllt; in dem ursprünglichen weiten Offenstehen des Hinterhirnes und der allmähligen Ueberwucherung desselben durch das kleine Gehirn. Alle diese verschiedenen Entwicklungsphasen des Gehirnes lassen sich bei einzelnen Thieren Schritt für Schritt nachweisen, obgleich sie nicht alle Hand in Hand gehen, sondern je nach dem speziellen Typus derselben sich hier ausbilden, dort aber zurückbleiben. So entwickelt sich z. B. das kleine Gehirn bei den Fischen weit bedeutender, als bei den Amphibien, wo es auf einer durchaus embryonalen Stufe zurückbleibt, und nur ein schmales bandartiges Brückchen darstellt, während das große Gehirn bei den Amphibien weit ausgebildeter ist als bei den Fischen. So zeigt sich also auch hier bei dem besondern Organe, was für die embryonale Entwicklung im Allgemeinen galt, nämlich daß für die Bildungsstufen der einzelnen Theile die Analogien gefunden werden können, nicht aber für das Organ, oder den Embryo im Ganzen.

Die Entwicklung des Skelettes liefert durchaus ähnliche Thatsachen, deren Vergleichung sogar noch weit mehr ins Einzelne getrieben werden kann als beim Nervensystem. Die Chorda ist eben so gut als die Primitivrinne ein allgemeiner Charakter aller Wirbelthierembryonen; sie fehlt bei keinem, und bei dem schon erwähnten niedrigsten Fische bildet sie sogar das einzige vorhandene Stück des Skelettes. Bei diesem Thier zeigt sich keine Spur knorpliger Umhüllungskapseln für das Gehirn und Rückenmark, keine Spur von Ringen um die Chorda, keine Spur von allen jenen Skeletttheilen, welche den Kopf bilden. Wenn bei allen übrigen Wirbelthieren und bei allen Embryonen vor dem Ende der Chorda noch Bildungen sich zeigen, die nicht wesentlich zu derselben und somit zu dem Wirbelsysteme gehören, wie die Schädelbalken, so ist dieses bei dem genannten Thiere nicht der Fall, und seine Chorda endigt unmittelbar an dem

vordern Körperende. Die Entwicklungsgeschichte dieses merkwürdigen Thieres würde mehr Aufklärungen für die Wissenschaft bieten als ein Halbdutzend Reisen um die Welt auf schnellsegelnden Schiffen! Leider aber ist es der Fluch der Regierungen, daß sie die Bedürfnisse der Wissenschaft nicht kennen und ihre Hülfsmittel da verwenden, wo sie am wenigsten Früchte bringen. Durch die zahlreichen Untersuchungen über das Skelett, welche hauptsächlich seit dem Beginne dieses Jahrhunderts gemacht wurden, können wir bei verschiedenen Thieren alle Entwicklungsphasen desselben, wie wir sie bei dem Embryo sehen, bis auf einen gewissen Grad nachweisen. Wir haben Thiere mit persistirender Chorda und verknöcherten Wirbelfortsätzen, mit ringförmigen Wirbelkörpern, mit embryonaler Schädelbasis, mit knorplig ungetheilter Gehirnkapsel, mit primitiven Kiemenbogen, mit losen Deckplatten; — kurz wir besitzen unter den Thieren alle möglichen Modifikationen des Skelettes ins Unendliche variirt. Es würde zu weit führen, diese Thatsachen hier zu widerholen, zumal da wir bei der Entwicklung des Skelettes schon hie und da auf dieselben hingewiesen haben.

Der primitive Zustand des Darmsystemes zeigt sich bei keinem Wirbelthiere ausgebildet, und bei allen ohne Ausnahme ist der Darm eine Röhre, die oben und unten in Mund und After geöffnet ist. Allein gerade im Verhalten des Mundes und der Kiemenbogen lassen sich fast alle embryonalen Verhältnisse wieder finden, sobald man die niedersten Wirbelthiere ins Auge faßt. Bei vielen derselben bleiben die Kiefer durchaus auf dem Punkte der Kiemenbogen stehen, und die verschiedenen Metamorphosen dieser letzteren kann man gleichfalls Schritt für Schritt bei den Thieren nachweisen. Ein Gleiches gilt von dem Gefäßsystem. Alle successiven Construktionen des Herzens von dem einfachen Schlauche bis zu dem viergetheilten Organe, alle diese verschiedenen Formen des Centralorganes, alle Veränderungen im Kreislaufe innerhalb des Embryo selbst finden sich bei verschiedenen Thieren verwirklicht und bilden so eine Art Controle für die bei dem Embryo beobachteten Verhältnisse. Die vergleichende

Anatomie ist deßhalb, mit Vorsicht angewendet, eines der wichtigsten Hülfsmittel für die Entwicklungsgeschichte in formeller Hinsicht.

Ueberall in dem Körper sind Funktionen und Organe wechselseitig an einander gebunden und keines ohne das andere denkbar. Die Funktion eines jeden Organes hängt von der speziellen Construktion desselben ab; — sobald diese Struktur abweicht, so wird auch die Funktion eine abweichende. Es ist deßhalb ganz natürlich, daß mit der Entwicklung der Organe in dem Embryo auch diejenige der Funktionen Hand in Hand geht und sich allmählig in dem Verhältnisse ausbildet, als die Organe selbst die ihnen zukommende Textur und Mischung erhalten. So wie die Ernährung des Fötus allmählig aus der gemeinsamen Zellenvegetation an das Blut übergeht, und je nach den verschiedenen Gewebtheilen sich differenzirt, so erhebt sich die Funktion eines jeden Organes aus der ursprünglich allgemeinen Verschmelzung zu stets höher anwachsender Differenzirung, und die speziellen Funktionen erscheinen erst, wenn auch die speziellen Gewebtheile sich für dieselben herangebildet haben. Für die sämmtlichen Organe des Körpers hat darüber mit Ausnahme eines einzigen nie ein Zweifel geherrscht. Es ist nie Jemanden eingefallen behaupten zu wollen, daß die Absonderungsfähigkeit getrennt von der Drüse, die Zusammenziehungsfähigkeit getrennt von der Muskelfaser existiren könne. Es ist nie Jemanden eingefallen, zu behaupten, daß die Muskeln, die Drüsen, sämmtliche andere Organe erst angelegt und ausgebaut würden und daß dann zu einer bestimmten Zeit die Funktion in dieselben hineinfahre und dort sich festsetze, um ferner mit diesen Organen als ihren Instrumenten zu wirthschaften. Die Absurdität einer solchen Idee ist so auffallend, daß man nicht einmal den Muth hatte, bei den genannten Organen an dieselben zu denken.

Was man aber bei den erwähnten Organen als unbedingt absurd zurückweisen mußte, das fand man in Folge philosophischer und theologischer Spekulationen bei dem Gehirne ganz begreiflich. Man fand und findet es noch vollkommen natürlich, das Gehirn als ein Instrument zu betrachten, dessen sich die

Seele bediene, um damit die ihr zukommenden Aeußerungen zu bewerkstelligen. Je nachdem dieses Werkzeug mehr oder minder vollkommen war, konnte auch die Seele gleichsam auf demselben mehr oder minder vollkommene Stücke spielen. Damit war die Verschiedenheit erklärt, die in den Seelenthätigkeiten des Einzelnen herrscht. Mit dem Festhalten dieser Ansicht hatte man das gewonnen, daß man eben den Inbegriff jener Gehirnfunktionen, den man Seele nannte, als etwas Immaterielles, individuell für sich Bestehendes von dem Instrumente loslöste und damit auch dessen Fortbestehen nach der Vernichtung des Instrumentes behaupten konnte. Während man also bei allen übrigen Organen die Funktion in der Art betrachtete, daß man sie als eine Eigenschaft der das Organ in bestimmter Form zusammensetzenden Materie begriff, machte man für das Gehirn eine Ausnahme und betrachtete die Seele als eine getrennte Individualität.

In Folge dieser wunderlichen Vorstellungsweise führte man die sonderbarsten Streitigkeiten über den Zeitpunkt, in welchem die Seele in den Körper des Embryo gefahren sey. Die Einen glaubten, diesen Moment dann setzen zu müssen, wenn die ersten Bewegungen des Fötus sich zeigten. Die Seele sollte ihre hohe Ankunft durch Zuckungen der Arme und Beine dem mütterlichen Organismus anzeigen und ihn dadurch zur ferneren Gewährung des Gastrechtes auffordern. Viele behaupteten, man könne sich nicht recht vorstellen, wie die Seele durch die geschlossenen Hüllen, durch das den Embryo umgebende Wasser hindurch gelangen könne und setzten daher den Zeitpunkt des Eintrittes der Seele in den ersten Athemzug, durch welchen gleichsam das in der Luft schwebende immaterielle Wesen in den Körper des Embryo eindringen sollte. Noch andere endlich ließen die Seele durch den Samen in das Ei gelangen und dort in latentem Zustande bleiben.

Aus diesen verschiedenen Ansichten entsprangen denn auch eigenthümliche Anwendungen, besonders in Hinsicht auf die criminelle Gesetzgebung. Wenn die Seele es war, die das eigentlich Menschliche oder Göttliche im Menschen darstellte, der Leib hingegen das vergängliche Instrument derselben, so konnte ein

Verbrechen gegen das Individuum erst dann von Wichtigkeit werden, wenn die Seele wirklich in demselben sich befand. Die Vernichtung der Frucht nach dem Zeitpunkte des Eintrittes der Seele, mußte deßhalb ein weit strafbareres Verbrechen werden, als diejenige des unbeseelten Fötus, und die Gesetzgebung sich demzufolge nach den Spekulationen der Philosophen und Theologen richten. Man unterschied deßhalb zwischen Abtreibung der Frucht und zwischen Kindesmord und setzte den Zeitpunkt der Scheidung zwischen beiden Verbrechen je nach den verschiedenen Ansichten auch verschieden an.

Es war aber hauptsächlich die Theologie, die von jeher in allen Naturwissenschaften ihr den Fortschritt hemmendes Wort mitsprechen wollte, welche diese Vorstellungen in die Entwicklungsgeschichte hineinpflanzte und darin festzuhalten suchte. Die Seele war ihr ja zum Wirkungskreise angewiesen, sie mußte für dieselbe sorgen, nicht nur so lange sie in dem Körper weilte, sondern auch nachdem sie ihren irdischen Wohnsitz verlassen hatte, und um das Objekt ihres Daseyns nicht aus den Händen entschlüpfen zu sehen, mußte die Theologie um jeden Preis die Existenz einer Seele behaupten.

Es bedarf wohl für den Leser keiner spezielleren Darlegungen mehr, um ihm zu zeigen, in welcher Weise eine gesunde Physiologie die Frage auffaßt. Es gibt hier nur zwei Wege, die Sache anzusehen. Entweder ist die Funktion eines jeden Gewebtheils, eines jeden Organes, ein spezielles, immaterielles Wesen, das sich dieses Gewebtheiles oder Organes nur als Instrument bedient, oder aber die Funktion ist eine Eigenschaft der Materie, welche in bestimmter Form und Mischung vorhanden ist. In dem letzteren Falle sind aber auch die Seelenthätigkeiten nur Funktionen der Gehirnsubstanz, entwickeln sich mit dieser und gehen mit derselben wieder zu Grunde. Die Seele fährt also nicht in den Fötus, wie der böse Geist in den Besessenen, sondern sie ist ein Produkt der Entwicklung des Gehirnes, so gut als die Muskelthätigkeit ein Produkt der Muskelentwicklung, die Absonderung ein Produkt der Drüsenentwicklung ist. Sobald

die Substanzen, welche das Gehirn bilden, wieder in derselben Form zusammengewürfelt werden, so werden auch dieselben Funktionen wieder auftreten, welche ihnen in diesen Formen und Zusammensetzungen zukommen, und es wird damit auch das wieder gegeben seyn, was man eine Seele nennt.

Die Physiologie bricht demnach den Stab über diese Träumereien, die in das wirkliche Leben nur zu sehr eingriffen. Die Physiologie kennt nur Funktionen der materiellen Organe und sieht diese schwinden, sobald das Organ vernichtet wird. Wir haben in den Briefen über die Funktionen des Nervensystemes gesehen, daß wir die Geistesthätigkeiten zerstören können, indem wir das Gehirn verletzen. Wir können uns eben so leicht aus der Beobachtung der embryonalen Entwicklung und aus derjenigen des Kindes überzeugen, daß die Seelenthätigkeiten sich in dem Maße entwickeln, als das Gehirn seine allmählige Ausbildung erlangt. Man kennt keine Aeußerungen von Seelenthätigkeiten bei dem Fötus, wohl aber von denjenigen Funktionen, welche hauptsächlich dem Hirnstamme angehören, wie Reflexionsbewegungen und ähnliche Aeußerungen des Nerveneinflusses. Erst nach der Geburt entwickeln sich die Seelenthätigkeiten; — aber nach der Geburt auch erst bekommt das Gehirn allmählig diejenige materielle Ausbildung, welche es überhaupt erlangen kann. Mit dem Umlaufe des Lebens erhalten auch die Seelenthätigkeiten eine bestimmte Veränderung und hören ganz auf mit dem Tode des Organs.

Die Physiologie erklärt sich demnach bestimmt und kategorisch gegen eine individuelle Unsterblichkeit, wie überhaupt gegen alle Vorstellungen, welche sich an diejenige der speziellen Existenz einer Seele anschließen. Sie ist nicht nur vollkommen berechtigt, bei diesen Fragen ein Wort mitzusprechen, sondern es ist ihr sogar der Vorwurf zu machen, daß sie nicht früher ihre Stimme erhob, um den einzig richtigen Weg anzuzeigen, auf welchem dieselben überhaupt gelöst werden können. Man hat behauptet, die Physiologie gehe zu weit, wenn sie sich mit mehr als dem materiellen Substrate beschäftige; — sie will aber gerade die

Funktionen dieses Substrates kennen lernen, und was sie als solche Funktionen erkennt, muß sie in das Reich ihrer Betrachtungen ziehen.

Man hat sich aus dem, wie man sagt, trostlosen Materialismus der physiologischen Betrachtungsweise auf die Art zu retten gesucht, daß man sagte, nicht die speziellen Funktionen seyen unsterblich, sondern die Idee, welche der Entwicklung derselben zu Grunde liege. Die Grundursache, welche die Bildung der Organe und deren Funktion entstehen lasse, sey unvergänglich, und somit auch die Funktion an dieser Unsterblichkeit ihrer Ursache theilhabend. Ich muß gestehen, daß mir dieses Räsonnement nicht klar werden will. Die Materie ist das einzig Unvergängliche, was wir kennen. Mit diesem Grundsatze stehen die Naturwissenschaften freilich der Theologie schroff gegenüber, die da lehrt, nichts sey vergänglicher als die Materie, und die nur auf das Holz weist, welches im Ofen verbrennt, oder auf den Leichnam, der in der Erde verfault. Allein der Kohlenstoff, der in dem Holze war, ist unvergänglich, er ist ewig und ebenso unzerstörbar als der Wasserstoff und der Sauerstoff, mit welchen er verbunden in dem Holze bestand. Diese Verbindung und die Form, in welcher sie auftrat, ist zerstörbar, die Materie hingegen niemals. Die Materie aber hat eine bestimmte Summe von Kräften, von Funktionen, wenn man will, die ihr als Eigenschaft angehören und die von ihr ursprünglich untrennbar sind. Mit den verschiedenen Verhältnissen, in welchen die Stoffe zusammentreten, mit den Formen, die sie annehmen, differenziren sich auch die Funktionen der Materie in bestimmten Richtungen, und diese Richtungen sind es, die wir als einzelne Kräfte, als Gesetze dieser Kräfte, unterscheiden und kennen lernen. Wenn man daher behauptet, die unsern Körper zusammensetzenden Stoffe seyen unvergänglich, so ist dieß vollkommen richtig, und wenn man daraus den Schluß zieht, daß auch die Funktionen dieser Materie unvergänglich seyen, so ist das ebenfalls eine sichere Wahrheit. Allein die aus der Form und Zusammenstellung der einzelnen Organe hervorgehenden Funktionen sind vergänglich

wie diese und erstehen erst wieder, wenn dieselbe Form und Zusammenstellung des Stoffes sich aufs Neue zusammenfindet.

Die verschiedenen Erscheinungen, welche die embryonale Entwicklung darbietet, auf eine leitende Grundidee zurückzuführen, welche dieselben bewußt oder unbewußt dem Endziele entgegenführt, ist deßhalb eben so unthunlich, als eine isolirte Seele anzunehmen, welche die Lebensäußerungen des Körpers leitet. Das Ei, so wie es einmal gegeben ist, kann sich nur so entwickeln, wie es eben in der Struktur und Mischung seiner bildenden Bestandtheile begründet ist. Sobald man diese materielle Zusammensetzung des Eies ändert, so ändert man auch nothwendiger Weise seine endliche Ausbildung. Man hat künstliche Mißgeburten erzeugt, indem man dem Ei oder dem werdenden Embryo verschiedene Verletzungen beibrachte, ohne daß die leitende Grundidee dieser gezwungenen Abweichung ihres Planes hätte widerstehen können. Man veränderte also mit der materiellen Zusammensetzung auch die Idee selbst und hatte diese gewissermaßen in seiner Gewalt. Die Embryologen haben bis jetzt zu wenig sich mit diesen Fragen beschäftigt, deren Wichtigkeit nicht bedeutend genug schien gegenüber den Untersuchungen, welche die materiellen Umwandlungen des Embryos erheischten. Sie trugen unbemerkt verschiedene medicinische Ideen in die Entwicklungsgeschichte über und sprachen von einer Grundidee, nach welcher sich der Embryo entwickle, so wie der Arzt von einer Heilkraft der Natur oder der Lebenskraft sprach, welche sich planmäßig dem Eindringen der Krankheit widersetzen sollte. Allein so wie man heutzutage nachgerade eine Lebenskraft lächerlich findet, die sich gegen eine Erkältung mit Schweiß, Schleim, Bodensatz im Urin und Durchlauf wehrt, so wird man auch in kurzer Zeit eine Grundidee der embryonalen Entwicklung lächerlich finden, die sich gegen äußere Eingriffe durch Ausbildung von Mißgeburten aller Art zu vertheidigen sucht.

Es bedarf nur noch weniger Andeutungen, um die Geschichte des Embryo als Ganzes darzustellen und zu zeigen, wie die einzelnen Organe in ihrer Entwicklung sich coordiniren, und wie auf der andern Seite die Frucht während ihrer Ausbildung sich dem mütterlichen Organismus gegenüber verhält. Man kann hier je nach Belieben willkürliche Abschnitte machen, indem man diesen oder jenen Zeitpunkt als besonders maßgebend betrachtet. Die Schwangerschaft dauert bekanntlich im Ganzen zehn Mondsmonate oder vierzig Wochen. Die Schwankungen, welche man in dieser normalen Zeitdauer der Schwangerschaft beobachtet, beruhen hauptsächlich auf der Ungewißheit über den Termin, von welchem aus man den Beginn der Schwangerschaft zählen muß; in dieser Hinsicht ist es am gerathensten, von der letzten Menstruation an als derjenigen Epoche zu zählen, wo das Ei sich von dem Eierstocke loslöste und befruchtet wurde.

Den ersten Zeitraum in der Entwicklung des menschlichen Embryos kann man etwa bis zu dem Ende der fünften Woche setzen. Bis zu dem Ende dieser Epoche, wo der Embryo etwa drei Linien lang ist, haben sich schon die wesentlichsten Organe desselben differenzirt. Das Chorion bildet eine ringsum zottige Haut, die indessen noch nirgends an den Wänden der Gebärmutter fixirt ist. Der Embryo selbst hat sich aber beinahe vollständig in der Mittellinie bis auf den spaltförmigen Nabel geschlossen. An seinem hintern Ende tritt die Allantois; — in der Mitte des Bauches aus der Umbeugungsstelle des Darmes, der fast gerade gestreckt ist, die Nabelblase hervor. Die Schafhaut ist eben gebildet und stellt noch einen engen, den Embryo knapp umschließenden Sack dar. Die Hirnblasen sind geschlossen, die Hemisphären des großen Gehirns schon bedeutend hervorgewuchert und in den Augen schwarzes Pigment abgelagert. Die Kiemenbogen sind eben im Begriffe, sich wieder vollständig zu schließen; — sie werden nur noch durch seitliche Falten am Halse angedeutet. Die Gliedmaßen zeigen sich in Form schaufelartiger Floßen ohne Theilungen; der Rumpf endet schwanzförmig. Von festeren Theilen des Skelettes sieht man nur die Chorda und

die Wirbelplatten. Herz und Leber sind verhältnißmäßig sehr groß, die Wolffischen Körper beginnen schon sich zurückzubilden; Lungen, Nieren und Zeugungsorgane sind eben angelegt.

In dem zweiten Zeitraume, der bis zu dem Ende des dritten Mondsmonates oder der zwölften Woche geht, entwickelt sich hauptsächlich die Verbindung des Embryo mit dem Fruchthalter durch die Placenta. Der Embryo selbst vergrößert sich bedeutend, während seine innern Organe eine zunehmende Entwicklung zeigen. Die Beugungsstellen des Schädels haben sich allmählig ausgeglichen und der Kopf selbst hat eine kuglige Gestalt erhalten, indem er bestimmt von dem Halse abgeschnürt ist. Die knorpligen Grundlagen aller Schädelknochen sind angelegt, und hie und da zeigt sich sogar schon Verknöcherung einzelner Punkte. Die Scheidung der Mund- und Nasenhöhle ist durch das Verwachsen des Gaumendaches vollendet; die Augenlieder fertig gebildet und mit einander verklebt; die Lippen ebenso zu Schließung des Mundes geeignet; sämmtliche Organe der Brust- und Unterleibshöhle in ihrer relativen Lage vorhanden; — doch ist der Magen noch kurz, senkrecht gestellt und kaum von dem Darme geschieden, die Nieren lappig. Die Hoden oder Eierstöcke liegen dicht unter den Nieren; die äußern Zeugungsorgane sehen einander außerordentlich ähnlich, so daß beide Geschlechter schwer von außen zu unterscheiden sind. Die Gliedmaßen sind vollständig entwickelt, aber verhältnißmäßig noch klein, und in ihren Proportionen abweichend von denen des Erwachsenen, indem die Endglieder verhältnißmäßig weit größer sind als die Mittelglieder. Die Placenta ist vollständig entwickelt, das Chorion flockenlos.

Die ganze Zeit bis zum Ende des dritten Mondsmonats und bis zur vollständigen Ausbildung der Verbindung zwischen Mutter und Frucht kann man als den ersten Zeitraum der Schwangerschaft bezeichnen. Während dieser Zeit sind die äußeren Zeichen der Schwangerschaft selbst noch sehr trügerisch, ungewiß und können leicht mit andern krankhaften Zuständen verwechselt werden. Der Congestionszustand in den Geschlechtstheilen, welcher

durch die Einsaat des Eies bedingt ist, gibt sich durch mancherlei Zufälle, besonders nervöser Art, zu erkennen, namentlich durch Reizung des Magens, Ekel und Erbrechen, das oft die größte Hartnäckigkeit besitzt und keinem Mittel weichen will. Dazu gesellen sich sehr häufig hysterische Zufälle aller Art, wie denn die Gelüste der Schwangern von jeher manchen Stoff zu Satyre geboten haben. Sobald einmal die Verbindung zwischen Mutter und Frucht vollständig in der Placenta hergestellt ist, so verschwinden diese krankhaften Erscheinungen allmählig wieder, so daß sich die Schwangere in den späteren Zeiten wohler befindet als im Anfange.

Der dritte Zeitraum der Embryonalbildung kann etwa bis zu dem sechsten Monate gesetzt werden; — indem um diese Zeit herum der Embryo schon fähig wird, außerhalb des mütterlichen Organismus sein Leben fortzusetzen. Es versteht sich von selbst, daß dann die sämmtlichen Organe so weit entwickelt sind, daß der Lungenkreislauf eingeleitet, die Ernährung durch den Darm bewerkstelligt werden kann und die Drüsen befähigt sind, ihren Funktionen vorzustehen. Die äußere Haut, die früher schleimig und weich war, wird fester und bedeckt sich fast überall mit eigenthümlichen Wollhaaren, welche später wieder schwinden. Die Nägel beginnen hornig zu werden, obgleich ihre Consistenz kaum bedeutender ist, als die der übrigen Haut; diese letztere liegt überall dem Körper nur schlapp an, so daß sie Falten und Runzeln bildet, welche besonders dem Gesichte ein greisenartiges altes Aussehen geben, das später durch Ansammlung von Fett unter der Haut wieder schwindet. Bei kranken, schlecht genährten Embryonen aber bleibt dieses ältliche Aussehen und kann stets als ein sicheres Zeichen von Unreife oder krankhafter Constitution des Kindes angesehen werden.

Während dieser Zeit, in welcher der Embryo etwa fünfzehn Zoll lang und gegen zwei Pfund schwer wurde, entwickeln sich bei der Mutter besonders die eigenthümlichen äußeren Zeichen der Schwangerschaft durch allmähliges Hervordrängen der ausgedehnten Gebärmutter über den Raum des kleinen Beckens,

so wie durch specifische Veränderungen des Muttermundes. Der Leib wölbt sich in dieser Zeit mehr und mehr hervor, und die Eingeweide werden durch die Ausdehnung der Gebärmutter nach oben und hinten zusammengeschoben.

In dem letzten Zeitraume der Schwangerschaft ist es hauptsächlich die Vermehrung der Masse des Embryo, ohne bedeutende Aenderungen in der Struktur der Organe, so wie die allmählige Vorbereitung der Trennung, auf welche die Richtung der bildenden Thätigkeit hingelenkt wird. Ein vollkommen reifes Kind ist sechs bis sieben Pfund schwer, achtzehn bis zwanzig Zoll lang, und liegt in gekrümmter Stellung in der Gebärmutter, mit dem Kopfe nach unten und dem Steiße nach oben. Der Kopf ist gegen die Brust hin eingebogen, die Arme über einander geschlagen, die Füße gegen den Leib gezogen; — kurz die ganze Lage gleicht derjenigen eines Igels, der sich zusammenrollt. Die Nägel eines solchen Kindes sind fest und hornig, das Kinn angedeutet, die Knochen des Kopfes alle gebildet, wenn auch nicht vollständig mit einander verbunden. Aus diesem Grunde zeigen sich an dem Schädel zwei bedeutendere Lücken, die ihrer abweichenden Gestalt und Größe wegen für den Geburtshelfer die wesentlichsten Hülfsmittel zur Erkennung der Lage des Kindes bilden. Die vordere dieser Lücken oder die große Fontanelle hat eine rhomboidale Gestalt und liegt an der Stelle, wo die beiden Stirnbeine und die beiden Scheitelbeine mit einander zusammentreffen, mithin auf der Höhe der Stirn etwas hinter dem Beginne der Kopfhaare; — die kleine Fontanelle, die dreieckig ist, liegt ebenfalls in der Mittellinie an dem Punkte, wo die beiden Scheitelbeine und die Schuppe des Hinterhauptbeines mit einander zusammenstoßen.

Durch die Geburt wird der Embryo von dem mütterlichen Organismus ausgestoßen und zu selbstständigem Leben angewiesen. Es ist unsere Absicht nicht, auf den Mechanismus dieses Aktes hier näher einzugehen. Man bemerkt meistens Vorbereitungen zu der Geburt durch anhaltende Spannung und schießende Schmerzen in der Gebärmutter, so wie durch allmählige Erweiterung

ihrer Oeffnung. Nachdem dieses einige Zeit lang gedauert hat, so beginnen wirkliche Zusammenziehungen der Gebärmutter, die anfangs in längeren, dann in kürzeren Zeiträumen periodisch wiederkehren. Durch diese vorbereitenden Wehen wird das Ei gegen die Mündung der Gebärmutter gedrängt, und die in den Häuten angesammelte Flüssigkeit nach vorn gegen die Oeffnung hin getrieben. So bilden denn die Eihäute eine prall gespannte Blase in der Oeffnung der Gebärmutter, die endlich platzt und das Fruchtwasser entströmen läßt. Unter fortdauernder Zunahme der Wehen wird dann allmählig der Embryo mit dem Kopfe voran, das Gesicht nach hinten gerichtet durch den Beckenausgang und die äußeren Geschlechtstheile gleichsam hindurchgedreht. Bei diesem Akt bildet natürlich der dicke Kopf das wesentlichste Hinderniß. Da indeß die Knochen desselben noch nicht vollständig mit einander verbunden sind, so schieben sich dieselben über einander und vermindern dadurch den Durchmesser des Kopfes. Der Körper des Kindes folgt leicht nach, sobald der Kopf einmal durchgegangen ist, und nach seiner vollständigen Ausstoßung erfolgt eine mehr oder minder lange Ruhe, nach welcher dann erneuerte Zusammenziehungen die losgelöste Placenta ebenfalls austreiben. Sobald dieß geschehen ist, so zieht sich die Gebärmutter nach und nach während des Wochenbettes auf ihren frühern Umfang zurück.

Der Embryo selbst beginnt mit dem ersten Athemzuge sein selbstständiges Leben. Durch die Erfüllung der Lungen mit Luft und durch die Loslösung der Placenta von der Gebärmutter ist dem Kreislaufe eine andere Richtung gegeben worden, die Aufnahme von Stoffen aus dem Blute der Mutter kann nicht mehr statt finden, und somit ist denn auch das Bedürfniß nach selbstständiger Ernährung da, welche im Anfange freilich noch durch eine eigenthümliche Sekretion der Mutter, durch die Milch vermittelt wird.

Achtundzwanzigster Brief.

Die Mißbildungen.

Die Mißgeburten, welche nicht nur beim Menschen, sondern auch bei Thieren, und selbst bei wilden Thieren ziemlich häufig vorkommen, wurden in frühester Zeit als Zeichen des Zornes der Gottheit angesehen, welche dadurch bevorstehendes Unglück, Strafgerichte und andere Ausbrüche der Art anzeigen sollte. Es war diese Ansicht eine nothwendige Folgerung aus dem Glauben, welcher die Entstehung eines jeden organischen Wesens einem bewußten Schöpfer unterlegte, statt dasselbe unmittelbar aus natürlichen Gesetzen hervorgehen zu lassen. In der That ist nicht abzusehen, warum man sich von dieser Ansicht der üblen Bedeutungskraft der Mißbildungen frei machen will, wenn man doch ihren Vordersatz fernerhin anerkennt. Wenn das organische Wesen aus der Hand eines bewußten Schöpfers hervorgeht, so müssen auch die Mißbildungen einen bestimmten bewußten Zweck haben, den man je nach Gefallen ihnen unterschieben kann.

Die abschreckenden Gestalten, welche viele Mißgeburten darbieten, gaben Gelegenheit zu den mannigfaltigsten Deutungen, besonders aber zu höchst seltsamen Vergleichen mit allerhand Dingen, vor denen man Ekel hatte. So wie man in den bizarren Formen der Tropfsteingebilde Aehnlichkeiten erblickt, die meist nur demjenigen klar werden, dem man sie vorher ankündigt, während der Uneingeweihte sie vergeblich sucht, so sah man auch in den Mißgeburten alle möglichen Combinationen ekelhafter Thiere mit menschlichen Formen. Von den Muttermalen an

bis zu den ausgebildetsten Mißgeburten schlang sich in dieser Weise für das Volk eine Kette phantastischer Gestalten, die stets neuen unerwarteten Zuwachs fand. Jedermann weiß, daß in den anatomischen Museen die Mißgeburten den für das Publikum interessanten Theil der Sammlung ausmachen, und wenn man die Gespräche hört, welche über deren Gestalten geführt werden, so kann man nicht umhin zu finden, daß trotz der gepriesenen Aufklärung noch manche Vorurtheile unter dem Volke herrschen.

Das Volk sucht meistens die Ursache der Mißbildungen nicht in dem Keime oder in dem Fötus, sondern vielmehr in der Mutter, und es ist eine ziemlich allgemeine Ansicht, daß die Schwangeren sich versehen könnten, und daß dann der Fötus in Folge dieses Versehens eine Mißbildung an sich trage, welche gewissermaßen die Form und das Aussehen desjenigen Objektes wiederhole, an welchem sich die Schwangere versehen habe. Eine Schwangere erschrickt über einen Truthahn, der auf sie zukommt; — das Kind, welches sie gebiert, hat an dem Arme eine erektile Blutgeschwulst, die blauroth aussieht. Es ist klar, daß die Schwangere sich an dem Truthahn versehen hat, und daß der fleischige Anhang, den dieser Vogel an dem Schnabel trägt, und der ihm beim Zorne schwillt, von der Natur auf dem Arme des Kindes nachgebildet wurde. Man hat hundert und aber hundert Geschichten dieser Art, welche alle in ähnlicher Weise verknüpft sind, und man kann wohl sagen, daß manche arme Schwangere die ganze Zeit, in welcher sie sich ihres Zustandes bewußt ist, in Kummer und Sorgen zubringt, damit sie sich nicht versehen und eine Mißgeburt zur Welt bringen möchte. Die Theorie des Versehens mag wohl so alt seyn, als das Menschengeschlecht selber, und da man in unserer Zeit der historischen Rechte einen Irrthum um so ehrwürdiger findet, je älter er ist, so verdient auch dieser einige Beachtung. Gründete ja doch Erzvater Jakob zuerst die Theorie des erlaubten Betruges auf den Grundsatz des Versehens, indem er den Schafen seines Schwiegervaters beim Tränken gesprenkelte Stäbchen vorlegte und

so die Erzeugung gefleckter Lämmer bewerkstelligte. Bei den Hebräern herrschte also der Glaube an das Versehen in hohem Grade. In nicht minderem Ansehen stand dieser Glaube bei den alten Griechen, wo Hippokrates durch die Berufung auf denselben, wie erzählt wird, eine Prinzessin von der Anklage des Ehebruchs rettete, die ihrem weißen Gemahle ein schwärzliches Negerkind geboren hatte. Hippokrates behauptete nämlich, die Prinzessin habe sich an dem Bilde eines Negers versehen, das an ihrem Bette hing. Der Stifter der Medicin würde mit dieser Theorie heutzutage in Westindien und Brasilien wohl nur wenig Glück machen, und ein Schafzüchter unserer Zeit würde zur Erzeugung gesprenkelter Lämmer lieber verschiedenartig gefärbte Böcke und Schafe als gescheckte Stäbe benutzen, wahrscheinlich auch bei diesem Verfahren sicherere Resultate erzielen, als der Erzvater der Juden bei dem seinigen.

Es ist keine Frage, daß die Verbindung zwischen Mutter und Frucht bei den Säugethieren der Art ist, daß bestimmte Einflüsse von dem mütterlichen Organismus auf denjenigen des Kindes übertragen werden können. Es existirt zwar keine direkte Verbindung zwischen Mutter und Frucht, allein wir haben gesehen, daß die Blutmassen beider in steter Wechselwirkung mit einander stehen und eine lebhafte Endosmose zwischen denselben vermittelt wird. Wir wissen aber, wie schnell gemeinschaftliche Affekte bei reizbaren Personen auf die ganze Ernährung und somit auf die Zusammensetzung der Blutmasse einwirken können. Daß diese Verändernngen sich auf die Blutmasse des Fötus übertragen und Störungen in der Ernährung desselben hervorbringen, oder, mit andern Worten, den Fötus krank machen können, ist leicht einzusehen. Wir wissen bestimmt, daß Krankheiten der Mutter sich auf das Kind übertragen, daß syphilitische Mütter z. B. durch und durch angesteckte Kinder geboren haben, daß verschiedene Säftemischungen, Kacherien sich von der Mutter auf das Kind forterben; — allein diese Uebertragungen sind dennoch im Ganzen seltener als man glauben könnte, und der Einfluß des mütterlichen Organismus auf den kindlichen beschränkter

als man erwarten sollte. Die Fehlgeburten und Frühgeburten, welche so häufig statt haben, darf man nicht als Beweise für diesen Einfluß der Mutter anführen, da sie hauptsächlich durch krankhafte Zustände der Geschlechtstheile oder des mütterlichen Organismus bedingt sind. Die meisten Fehlgeburten fallen zwischen den vierten und fünften Monat der Schwangerschaft, d. h. in eine Zeit, wo der Embryo fast vollständig ausgebildet ist, wo er aber bedeutend wächst und die rasche Ausdehnung des Uterus in dem gewöhnlichen Verhalten der übrigen Organe Störungen hervorbringt. Sobald diese einmal sich an die stärkere Ausdehnung der Gebärmutter gewöhnt haben, so werden auch die Fehlgeburten seltener; — ein sicherer Beweis, daß diese Zufälle hauptsächlich durch den Zustand der mütterlichen Organe bedingt sind.

Die Organe des Embryo sind, wie wir schon früher gesehen haben, zu Ende des zweiten Monats der Schwangerschaft größtentheils angelegt und von diesem Zeitpunkte an nur in ihrer Entwicklung begriffen. Die engere Verbindung zwischen der Gebärmutter und dem Embryo entwickelt sich aber erst, wenn die Hauptanlagen der Organe schon gegeben sind. Die Wechselwirkung der beiderseitigen Blutmassen in der Placenta findet erst nach dieser Zeit statt, und es ist somit höchst unwahrscheinlich, daß früher psychische Einflüsse auf das Leben des Embryo und die Entwicklung seiner Organe Einfluß haben könnten. Die meisten Geschichten, welche das Versehen der Schwangern darthun sollen, beziehen sich aber auf die späteren Monate der Schwangerschaft, wo die Organe schon denjenigen Zustand der Entwicklung überschritten haben, den sie bei der Mißbildung zeigen. Wenn eine Schwangere z. B. deßhalb ein Kind mit einem Wolfsrachen geboren haben soll, weil sie sich im vierten oder fünften Monate an irgend einem Gegenstande versah und über denselben erschrack, so kann man geradezu behaupten, daß dieß unmöglich sey, indem in diesem Zeitpunkte der knöcherne Gaumen und die ursprüngliche Lippenspalte schon längst hätten geschlossen seyn sollen, die Mißbildung demnach schon

früher existirte als ihr eingebildeter Grund, der Schreck und das Versehen, statt hatte.

Wir kennen eine große Menge von Thatsachen, die darauf hinzeigen, daß schon in der ursprünglichen Anlage des Kindes zuweilen Verhältnisse obwalten, welche Mißbildungen bedingen. Fast alle ganz jungen, durch Fehlgeburten abgegangenen Eier, die man bis jetzt untersucht hat, waren offenbar krank, indem bald der Embryo, bald seine Häute Abweichungen von der normalen Struktur zeigten. Es gibt gewisse Mißbildungen, welche in den Familien sich forterben, und mancher mütterliche Organismus erzeugt neue Keime, die in einzelnen Organen abnorme Entwicklungsrichtungen darthun. So gibt es Frauen, welche nur Kinder mit überzähligen Fingern, mit Hasenscharten, mit mangelhafter Entwicklung des Gehirnes zur Welt bringen, andere, bei welchen unter mehreren Kindern einige normal entwickelt, die andern mißbildet sind. Das constante Vorkommen derselben Bildungsfehler bei den Produkten eines und desselben mütterlichen Organismus berechtigt uns zu dem Schlusse, daß die Keime, welche dieser mütterliche Organismus erzeugt, von Anfang an den Grund solcher Mißbildungen an sich tragen. Obgleich uns die Einwirkung des Samens auf das Ei noch durchaus ins Dunkel gehüllt erscheinen muß, so ist doch so viel sicher, daß auch von des Vaters Seite solche ursprünglichen Tendenzen zu Mißbildungen des Embryo in das Ei eingepflanzt werden können. Schon die Familienähnlichkeit liefert hiefür einen Beweis, und wenn auch dieselbe vielfach betrogenen Ehemännern gegenüber mißbraucht worden ist, so läßt sie sich doch nicht durchaus wegläugnen, und beurkundet sich namentlich durch die Aehnlichkeiten, welche Kinder einer und derselben Familie trotz der Verschiedenheit ihrer Gesichtszüge namentlich den Fremden erkennen lassen. Diese allgemeine Aehnlichkeit fällt namentlich dann auf, wenn man mit fremden Völkerstämmen zusammenkommt, deren einzelne Glieder uns alle über denselben Leist geschlagen erscheinen. Man erinnert sich in Deutschland noch sehr wohl des Eindruckes, den die russischen Horden bei ihrem

Erscheinen im Befreiungskriege machten. Man konnte die Kalmuken, die Baschkiren durchaus nicht von einander unterscheiden, da eben nur die allgemeine Uebereinstimmung ihrer Züge frappirte und die individuelle Abweichung dem überraschten Auge entging. Ich selbst bin hundertmal mit meinem Bruder verwechselt worden und habe bei dem besten Willen keinen auch einzigen Zug finden können, worin ich ihm etwa ähnlich sehe; eben so oft haben mich Leute auf den ersten Blick erkannt, welche nur meinen Vater oder meine Mutter gesehen hatten.

Was für die geringen Specialitäten der Ausbildung gilt, welche die Familienähnlichkeit begründen, das kann auch bei tiefer gehenden Organisationsverhältnissen nicht in Abrede gestellt werden. Es unterliegt also keinem Zweifel, daß das Ei an sich von seiner ursprünglichen Bildung her gewisse Organisationsrichtungen mitbringen kann, so wie auch daß dieselben durch die Einwirkung des männlichen Samens in dasselbe eingepflanzt werden können.

Wir haben ferner unwiderlegbare Beweise dafür, daß der Fötus während seiner Entwicklung selbstständig krank werden kann und daß Mißbildungen als Resultate dieser Krankheiten zurückbleiben können. Es werden durch diese Krankheiten hauptsächlich wassersüchtige Anschwellungen erzeugt, die in den verschiedenen Höhlen der embryonalen Organe sich ausbilden und auf diese Weise mannigfaltige Formen der Mißgeburten erzeugen. Auch manche andere Mißbildungen, wie namentlich Gefäßgeschwülste, beruhen sicherlich auf Krankheitsprocessen, welche mehr oder minder denen des Erwachsenen entsprechen. Selbst durch äußere Einwirkungen können dergleichen krankhafte Mißbildungen erzeugt werden. Man hat mehr oder minder begründete Beispiele, daß durch einen Stoß oder Schlag auf den Unterleib der Fötus mechanische Verletzungen erlitt, oder daß durch eigenthümliche Verhältnisse des Eies selbst, durch Verwicklungen des Nabelstranges &c., solche mechanische Verletzungen erzeugt wurden. Man hat sogar künstliche Mißbildungen erzeugt, die man durch mechanische Verletzungen des Embryos hervorbrachte.

Aus allem diesem geht hervor, daß wir in der ursprünglichen Bildung der Keime und der befruchtenden Flüssigkeit, so wie in den zufälligen Störungen, welche der Fötus während der Entwicklung erleiden kann, Ursachen genug finden zu Mißbildungen der Frucht, und daß wir nicht zu dem alten Irrwahne des Versehens unsere Zuflucht zu nehmen brauchen, um die Entstehung solcher Mißbildungen zu erklären. Wenn alle Frauen, welche während ihrer Schwangerschaft erschrecken oder irgend einen andern unangenehmen Eindruck erleiden, mißbildete Kinder zur Welt bringen müßten, so würden wir wahrhaftig nur Mißgeburten entstehen sehen, und so weit sind wir doch noch nicht gekommen, trotz allen Entartungen des Menschengeschlechts, welche uns von altem und jungem Unverstand gepredigt wird.

Während in früheren Zeiten man sich mannigfach auf das Anstaunen der abnormen Gestalten, welche die Mißbildungen darbieten, beschränkte und darin einen unmittelbaren Eingriff der schöpfenden Kraft erblicken zu müssen glaubte, so erkannte man mit dem Zunehmen wissenschaftlicher Bestrebungen mehr und mehr, daß die Mannigfaltigkeit der Formen in den Mißbildungen dennoch gewissen Gesetzen gehorcht, die man um so besser zu würdigen verstand, je genauer man die Entwicklungsgeschichte überhaupt in ihren Erscheinungen studirte. Je mehr man mit der frühern Entwicklung der Embryonen vertraut wurde, desto mehr lernte man viele Mißbildungen als ein Zurückbleiben auf früherer Stufe der Bildung kennen. Wenn man z. B. Neugeborne sah, bei welchen die Bauchdecken vorn gespalten waren, und die Eingeweide bloß lagen, so war es bei einiger Kenntniß der Entwicklungsgeschichte leicht einzusehen, daß diese Bildung einer früheren Zeit angehöre, in welcher die Bauchdecken normal sich noch nicht in dem Nabel zusammengeschlossen haben. Solche und ähnliche Mißbildungen nannte man **Hemmungsbildungen**, und begriff darunter alle diejenigen Fälle, in welchen eine in früherer Zeit normale Struktur des embryonalen Leibes in abnormer Weise sich länger erhalten hatte, als ihr gesetzmäßiger Weise zukam. Solche Hemmungsbildungen

begründeten begreiflicher Weise Thierähnlichkeiten, wenn sie in solchen embryonalen Charakteren auftraten, die in niederen Wirbelthieren auch im erwachsenen Zustande sich bleibend erhalten. In andern Fällen hingegen betreffen diese Hemmungsbildungen solche embryonalen Charaktere, die niemals bleibend sich entwickeln, sondern stets nur vorübergehend auftreten. Da man früher die vergleichende Anatomie besser kannte, als die Entwicklungsgeschichte, so fand man die Anhaltspunkte für solche Hemmungsbildungen weit eher bei den niedern Wirbelthieren, und betrachtete deßhalb die Hemmungsbildungen wesentlich als das Resultat einer Annäherung zu Thierähnlichkeiten, als Rückfall zu niederer Stufe der Organisation. Man sieht leicht ein, daß diese aus der vergleichenden Anatomie hervorgegangene Ansicht nur eine beschränkte sey, und eben darauf beruht, daß jedes Organ bei den höheren Wirbelthieren verschiedene typische Veränderungen durchläuft, von welchen ein Theil sich bleibend bei den niederen Thieren erhalten kann.

Daß diese Hemmungsbildungen außerordentlich viele Formen der Mißbildung erklären, unterliegt keinem Zweifel. Indeß muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß wir vielleicht keine einzige Hemmungsbildung kennen, welche ganz genau auf dem Punkte stehen bleibt, den sie im Anfange behauptete, sondern daß der in seiner Bildung gehemmte Theil dennoch fast immer in gewisser Richtung sich fortbildet und so einen abnormen Zustand erreicht, der in etwas von der embryonalen Bildung abweicht. Diese eigenthümliche gleichsam in schiefer Richtung abweichende Entwicklung der Hemmungsbildungen hat man dann als besondere Art derselben abtrennen wollen, wenn sie einen gewissen Grad erreichte, hat aber dabei übersehen, daß alle möglichen Uebergänge sich finden. So betrachtete man z. B. die oben angeführte Spaltung des Gaumens, den Wolfsrachen, als eine reine Hemmungsbildung, diejenige der Iris hingegen, das sogenannte Colobom nicht, weil die Iris ursprünglich als ein rundes Gebilde ohne Spalt angelegt werde. Aber die Iris bildet sich erst, nachdem der ursprüngliche Spalt des Auges sich

geschlossen hat, und wenn dieser offen bleibt, so kann sie nicht anders, als in Form eines gespaltenen Ringes sich entwickeln. Indem man aber die Spaltung der Iris als etwas Besonderes, den Wolfsrachen aber als eine reine Hemmungsbildung ansah, vergaß man, daß der knöcherne Oberkiefer auch nie eine solche Spalte zeigt, wie sie bei dem Wolfsrachen vorkommt, sondern daß er eben erst verknöchert, wenn die Spalte schon durch die knorpligen Anlagen der Knochen geschlossen ist.

Wenn wir die Existenz von Hemmungsbildungen darthun können, so ist es uns im Gegentheile nicht vergönnt, sagen zu können, auf welchen Ursachen specieller Art die Entstehung derselben beruhte. Daß sowohl ursprüngliche abnorme Anlage der Keimstoffe, als auch später sich entwickelnde zufällige Einflüsse Hemmungsbildungen hervorrufen können, unterliegt wohl keinem Zweifel. Warum aber solche allgemeinere Ursachen dieses oder jenes specielle Organ befallen und in seiner Entwicklung aufhalten, wissen wir nicht und wird auch vor der Hand nicht eher ergründet werden können, als bis man weiß, warum bei dem Erwachsenen eine allgemeine Schädlichkeit dieses oder jenes specielle Organ befällt.

Wir haben in dem Vorhergehenden hauptsächlich nur von denjenigen Mißbildungen gesprochen, welche in einem einzigen Individuum, einem einzigen Embryonen vorkommen können und sich dadurch charakterisiren, daß durch Hemmungsbildungen einzelne Theile derselben eine verkehrte Ausbildung genommen haben. Durch irgend einen Zufall oder durch eine ursprüngliche Anlage des Keimes ist demnach diese qualitative Abänderung der Entwicklung bedingt. Außer diesen Mißbildungen aber gibt es noch eine andere sehr merkwürdige Classe, welche sich hauptsächlich dadurch auszeichnet, daß eine quantitative Vermehrung in der embryonalen Anlage sich kund gibt, und zwar in der Weise, daß einzelne Theile in dem Keime sich verdoppeln. Diese Verdopplung kann selbst so weit fortschreiten, daß zwei beinahe vollständige Individuen sich aus einem einzigen Keime entwickeln können. Man hat öfter behauptet, daß jede Doppelmißgeburt

ein Resultat der Verschmelzung zweier Keime sey, welche durch irgend eine Ursache mehr oder minder vollständig in einander aufgingen. Auf den ersten Anblick scheint eine solche Ansicht über die Entstehung der Doppelmißgeburten allerdings die begründetste. Wie könnte eine andere Ansicht Raum finden, wenn man Doppelmißgeburten begegnet, welche nur an einem einzelnen Theile ihres Körpers mit einander verbunden sind und im Uebrigen zwei durchaus ausgebildete Körper zeigen? Bei dem Anblicke der siamesischen oder italienischen Zwillinge (Rita-Christina), welche nur durch ein schmales mittleres Band in der Brustgegend mit einander vereinigt waren, dessen Trennung man vielleicht hätte versuchen können, wird es einem Jeden wohl zuerst in den Sinn gekommen seyn, an ein zufälliges Zusammenwachsen zweier Embryonen zu denken. Berücksichtigt man aber, daß von der geringsten Vermehrung eines unbedeutenden Organes bis zu der fast vollständigen Trennung der Doppelmißgeburten eine ununterbrochene Kette von Zwischenstufen sich hinzieht, und daß man nirgends in dieser Beziehung einen Haltpunkt finden kann, so gewinnt die Sache ein anderes Ansehen. Es wird wohl Niemand einfallen, in einem überzähligen Finger, welchen ein Kind mit auf die Welt bringt, den Beweis zu sehen, daß dieses Kind aus zwei verschmolzenen Keimen sich gebildet habe, von welchen der eine bis auf einen Finger verschwunden, der andere aber vollständig ausgebildet sey. Von dieser einfachsten aller Verdopplungen aber läßt sich, wie schon bemerkt, eine fortschreitende Reihe bis zu den siamesischen Zwillingen aufstellen.

Wenn man aus diesen Thatsachen schon vermuthen muß, daß die Doppelmißgeburten nicht durch Verschmelzung zweier Keime, sondern vielmehr durch ursprüngliche Anlage eines einzigen Keimes entstehen, so spricht hiefür außerdem noch ein äußerst wichtiges Gesetz, von welchem man bis jetzt noch keine Ausnahmen kennt. Die Doppelmißgeburten sind nämlich stets mittelst gleichnamiger Theile Organe und Systeme zusammen verschmolzen. Man hat noch nie eine Doppelmißgeburt gefunden, in welcher z. B. der Kopf an den Bauch oder an den

Rücken angewachsen wäre, wo die Bauchfläche des einen Kindes mit der Rückenfläche des andern, oder die Leber des einen mit dem Herzen des andern sich verbunden hätte, sondern stets fand man Kopf an Kopf, Bauch an Bauch, Glied an Glied. Diese Gesetzmäßigkeit der Verwachsung deutet offenbar darauf hin, daß man an kein zufälliges Verschmelzen zweier Keime denken könne, sondern daß vielmehr ein einziger Keim mehr oder minder vollständig sich spalte und verdopple.

Die Doppelmißgeburten sind verhältnißmäßig so selten, daß man nur äußerst wenige Beobachtungen über unentwickelte Embryonen aus frühester Zeit besitzt, bei welchen Doppelbildungen sich einleiteten. Man kennt indessen doch eine genauer beschriebene Doppelbildung aus dem Anfange des dritten Tages der Bebrütung bei dem Hühnerembryo. Beide Embryonen lagen in einem kreuzförmigen Fruchthofe, waren mit dem Kopfe verwachsen, während sie nach hinten von einander abstanden und das Herz sogar in doppelter Anlage vorhanden war. Der Dotter war einfach und somit nicht daran zu denken, daß zwei Keime in demselben Ei vorhanden gewesen seyen.

Man hat bis jetzt mehrere unzweifelhafte Fälle beobachtet, wo in einem einzigen Graaf'schen Follikel zwei Eier vorhanden waren. Daß man solche Fälle nicht zur Bildung von Doppelmißgeburten anrufen dürfe, versteht sich aus dem Gesagten wohl von selbst. Denn damit, daß zwei Eier neben einander in demselben Follikel eingeschlossen liegen, ist noch nicht gesagt, daß sie nothwendig mit einander verschmelzen müssen. Es ist überhaupt kaum denkbar, wie eine solche Verschmelzung entstehen könne, da das Ei innerhalb des Follikels und während seines Durchganges durch den Eileiter von der verhältnißmäßig sehr dicken Zona umhüllt ist und später, wenn die Zona sich verdünnt und in das Chorion umgewandelt hat, die Bildung des Embryo schon so weit vorangeschritten ist, daß an eine Verschmelzung auch nicht gedacht werden könnte. Es dürften vielmehr solche Fälle eher zur Erklärung von Zwillingsschwangerschaften benutzt werden, obgleich auch hier nicht abzusehen ist,

warum eine Zwillingsschwangerschaft nicht eben so gut durch das Platzen zweier Graaf'schen Follikel hervorgebracht werden könne.

Man kennt einige wenige seltene Fälle, in welchen mehr oder minder entwickelte Embryonen innerhalb eines andern Fötus eingeschlossen waren. In dieser Beziehung herrscht kein Gesetz vor. Man fand eingeschlossene Theile oder ganze Embryonen in der Bauchhöhle, in dem Gesäße und an andern Orten, und gerade diese Gesetzlosigkeit hinsichtlich des einschließenden Ortes scheint darauf hinzuweisen, daß in solchen Fällen wirklich zwei Keime in dem Eie vorhanden waren, von welchen der eine den andern überwucherte und einschloß. Man hat Fälle gesehen, wo in einem Eie zwei Dotter vorhanden waren, von denen der eine meist kleiner und unentwickelter als der andere schien, so daß sich wohl hieraus diese seltenen Fälle von eingeschlossenen Embryonen und dadurch bedingter Doppelbildung erklären ließen.

Es würde zu weit führen, wollten wir hier auf die verschiedenen Formen eingehen, welche die Mißbildungen überhaupt zeigen, und dieselben im Einzelnen zergliedern. Es genügt auf die allgemeinen Typen derselben aufmerksam gemacht und gezeigt zu haben, daß hauptsächlich die individuelle Anlage des Keimes es ist, welche auf die Hervorbringung von Mißbildungen einen bestimmten, wesentlichen Einfluß äußert. Der mütterliche Organismus zeigt seinen Einfluß hauptsächlich nur insofern, als er eben den Keim in sich erzeugt und ihm dadurch einen gewissen ursprünglichen Stempel aufdrückt, der in seiner ferneren Ausbildung sich erhält. Späterer Einfluß von Seiten der Mutter auf den Fötus ist nur insofern denkbar, als die Blutmischung des mütterlichen Organismus diejenige des Fötus wesentlich verändern und dadurch Krankheiten des Fötus erzeugen kann, die bleibende Mißbildungen verursachen. Allein diese Krankheiten sind anerkanntermaßen nur eine geringe Quelle, aus welcher höchst wenige Mißbildungen hervorgehen, und namentlich nicht diejenigen, welche man als Folgen des Versehens gewöhnlich betrachtet. Die Furcht vor dem Versehen ist deßhalb eine total thörichte, und es würde weit besser für die Lehre von den

Mißbildungen überhaupt stehen, wenn man die alte Theorie von dem Versehen überhaupt gänzlich aus dem physiologischen Repertoir ausstreichen und anerkennen würde, daß man erst dann solche Theorien annehmen darf, wenn kein anderer Weg der Erklärung möglich ist.

Es ist aus dem Vorhergehenden schon ersichtlich, daß wir selbst diejenigen Folgerungen verwerfen müssen, welche aus dem Begriffe hervorgehen, den man unter dem Namen der Idee der Gattung aufgestellt hat. Man hat sich genöthigt gesehen, diesem Prinzipe gemäß unter den Mißbildungen verschiedene Klassen aufzustellen, je nachdem dieselben die Idee der Gattung nicht erreichen, dieselbe überschreiten, oder aber von derselben abweichen. Analysirt man diesen Begriff näher, so kommt man eben darauf, in dieser Idee der Gattung den schöpfenden selbstbewußten Gedanken wieder zu finden, der von der Materie losgelöst, dieselbe nach seinen Capricen modelt. Es wurde schon oben des Weiteren auseinander gesetzt, daß wir einen solchen Begriff nicht anerkennen, sondern vielmehr in dem Keime eine bestimmte Materie erkennen, die sich eben ihrer Zusammensetzung gemäß in besonderer Weise entwickeln muß. Weicht diese materielle Zusammensetzung primitiv in irgend einem Punkte ab, oder wird durch irgend einen Zufall dieselbe später gestört, so erhalten wir eben als Resultat dieser materiellen Störungen die Mißbildung im weitesten Sinne des Wortes. Auch hier bekennen wir offen, daß unserer Ansicht nach nur der reinste, unverfälschte Materialismus zu erklecklichen Resultaten in der Wissenschaft führen kann.

Neunundzwanzigster Brief.

Der Umlauf des Lebens.

Die Entwicklung des Menschen ist bei weitem noch nicht mit dem Augenblicke abgeschlossen, in welchem er durch die Trennung vom mütterlichen Organismus ein selbstständiges Leben beginnt. Dieß Leben selbst hat einen bestimmten Cyclus von Erscheinungen, welche es durchläuft; seine Funktionen wechseln je nach dem Alter des Organismus. Wir haben bis jetzt, außer der embryonalen Entwicklung, die Funktionen des menschlichen Organismus hauptsächlich nur in Beziehung zu dem reifen Lebensalter kennen gelernt, und es liegt uns nun zum Schlusse dieser ganzen Abhandlung noch ob, zu zeigen, wie der Organismus allmählig sich zu der Höhe seiner Funktionen erhebt, auf derselben eine längere Zeit stehen bleibt, und dann wieder durch allmählige Abnahme derselben der Vernichtung, dem Tode entgegeneilt.

Während des **Säuglingsalters** ist das Kind hauptsächlich auf Ernährung durch den mütterlichen Organismus angewiesen. Die **Milch** ist überhaupt ihrer Zusammensetzung nach das wahre Ideal eines Nahrungsmittels. So wie das Blut gleichsam den aufgelösten Organismus darstellt, so könnte man die Milch als eine Auflösung des typischen Nahrungsmittels betrachten. Die Milch einer jeden Thiergattung zeigt in ihrer Zusammensetzung eine eigenthümliche Proportion der einzelnen bildenden Bestandtheile; allein alle Milcharten ohne Ausnahme kommen darin überein, daß sie Fett, Zucker, eine Proteinsubstanz, phosphorsaure und andere Salze enthalten, die nur in

ihren Verhältnissen wechseln. Wir sehen also, daß die Milch an und für sich allen Anforderungen genügt, welche wir an die in späterer Zeit zu genießenden zusammengesetzten Nahrungsmittel nur machen können. Die fettartigen Bestandtheile sind durch die Butter repräsentirt, welche in Form kleiner Kügelchen in der Milch aufgeschwemmt ist und durch ihre leichte Schmelzbarkeit äußerst leicht in den Organismus übergeführt werden kann. Der Käsestoff, die einzige Proteinsubstanz, welche in der Milch sich befindet, ist zugleich die löslichste von allen Proteinsubstanzen; der Milchzucker diejenige Zuckerart, welche am schwierigsten in Gährung und Zersetzung übergeht. So findet denn der Säugling in der ihm gebotenen Muttermilch allen nöthigen Stoff zur Ernährung seiner Organe, zum Aufbau seiner Muskeln und seines Fettes und in den aufgelösten Salzen den phosphorsauren Kalk, den er zur Ausbildung seiner Knochensubstanz nöthig hat.

Unter dem Einflusse dieser Ernährung gewöhnt sich der Säugling allmählig an das selbstständige Leben, während zugleich die einzelnen Funktionen sich stärker heranbilden und festsetzen. Die Athmung, welche im Anfange nur noch sehr unvollständig statt hatte, kräftigt sich allmählig, und mit dieser Kräftigung hält die Entwicklung der Eigenwärme gleichen Schritt. Anfangs, wo noch das eirunde Loch und der Botallische Gang offen sind, kann die Athmung längere Zeit ausgesetzt bleiben, während später, wenn diese Communikationsöffnungen sich geschlossen haben, das Athembedürfniß in höherem Grad sich zeigt. Deßhalb können auch Kinder, welche scheintodt geboren werden, oft nach stundenlanger Aufhebung des Athemprocesses wieder in's Leben gerufen werden. Das Bedürfniß nach äußerer Erhaltung der Wärme ist bei dieser geringeren Ausbildung der Athmung weit größer als in späteren Zeiten, weßhalb denn auch wärmere Bedeckung ein nothwendiges Bedürfniß für den Säugling ist. Indessen bilden sich verhältnißmäßig die vegetativen Funktionen weit schneller und kräftiger hervor, als diejenigen, welche dem Centralnervensysteme untergeordnet sind.

Man findet die Erklärung dieses Verhältnisses leicht in der verhältnißmäßig geringeren Ausbildung der Gehirnsubstanz. Diese ist noch weit flüssiger und breiiger als in späteren Zeiten; die Unterschiede zwischen grauer und weißer Substanz, die Eigenthümlichkeiten der mikroskopischen Elementarbestandtheile bilden sich erst während des Säuglingsalters bestimmter hervor. Die Gewölbtheile namentlich sind bei der Geburt und bei dem Kinde verhältnißmäßig weit weniger entwickelt als der Hirnstamm, uud daraus erklärt sich auch, daß im Anfange die Seelenthätigkeiten weit hinter den spezielleren Funktionen des Hirnstammes zurückstehen. So bestehen die ersten Bewegungen des Säuglings hauptsächlich auf Reflexbewegungen, denen anfangs sogar die bestimmte Combination abgeht. Wir sehen auf bestimmte schmerzhafte Empfindungen auch bei dem Säuglinge Zusammenziehungen der Muskeln, dem Gesetze der Reflexion gemäß, erfolgen. Anfänglich sind diese Bewegungen aber nicht in der zweckmäßigen Weise combinirt, wie es nöthig ist, um die schmerzende Ursache entfernen zu können. Aus dieser mangelnden Combination, die, wie wir in den Briefen über das Nervensystem gesehen haben, hauptsächlich ein Resultat der öfteren Uebung ist, entspringt denn auch für den Säugling die Unmöglichkeit, sich auf seinen Gliedern aufrecht zu erhalten, und für das Kind der schwankende und unsichere Gang. Man hat diese Verhältnisse einzig aus der ursprünglichen Schwäche der Muskeln und aus der mangelnden Festigkeit des Knochengerüstes herleiten wollen, allein sicher mit Unrecht. Der Säugling umfaßt den Finger, den man ihm in die Hand steckt, mit ziemlicher Kraft und übt einen Druck aus, der hinlänglich beweist, daß die Muskeln schon eine bedeutende Stärke besitzen und daß die Grundlagen des Skelettes eine gehörige Kraftentwicklung ertragen können. Nichts destoweniger kann der Säugling nicht mit Bestimmtheit nach einem dargebotenen Gegenstande greifen, indem die zu einer solchen Bewegung nöthige Combination der einzelnen Muskelzusammenziehungen ihm unmöglich ist. Der Säugling greift deßhalb nach einem Gegenstande, er stellt sich zum Gehen oder Kriechen etwa

in der Art, wie ein mit Krämpfen behaftetes Individuum, bei welchem die Muskeln zwar dem Willen gehorchen, aber bald zu wenig, bald zu viel thun und dadurch die Zweckmäßigkeit der Combination aufheben. In ähnlicher Weise verhält es sich mit noch gar manchen combinirten Bewegungen, welche der Säugling erst nach und nach erlernt. So kann er z. B. die Augen nach allen Richtungen hin bewegen, während ihm die Fähigkeit fehlt, dieselben auf einen bestimmten Punkt zu richten, oder mit andern Worten, nach einer gewissen Richtung hin zu blicken.

Mit der noch sehr unentwickelten Seelenthätigkeit hängt die Stumpfheit der Sinneseindrücke namentlich zusammen. Der Säugling verhält sich hier etwa wie ein Thier, dem man durch Wegnahme der großen Hemisphären die Summe der höheren Gehirnfunktionen verringert oder gänzlich gestrichen hat. Daß die peripherischen Sinnesnerven wirklich die Eindrücke der Außenwelt aufnehmen, das beweisen die Reflexionsbewegungen, welche diesen Eindrücken auch bei dem Säuglinge folgen, wie namentlich das Schließen der Augenlieder bei grellem Lichte, die Empfindlichkeit der Iris u. s. w. Dagegen gelangen diese Eindrücke nicht zur bewußten Auffassung, weil eben das Organ dieser Auffassung, die Hemisphären des großen Gehirnes noch nicht vollständig entwickelt sind. Mit der allmähligen Entwicklung der Hemisphären bilden sich denn auch aus der ursprünglichen Stumpfheit allmählig die verschiedenen Seelenthätigkeiten hervor. Die Sinneseindrücke werden nun bewußt empfunden, zu einem Ganzen combinirt und dem Gedächtnisse eingeprägt, die Bewegungen werden ebenfalls bewußt combinirt und nicht nur ihr Eintritt, sondern auch ihr Maß dem Willen untergeordnet, woraus denn ihre Zweckmäßigkeit sich hervorbildet. Alle diese allmähligen Veränderungen stehen in dem genauesten Wechselverhältnisse mit der fortschreitenden inneren Entwicklung des Gehirnes.

In dem Säuglinge schon zeigen sich die Spuren mancher, sowohl körperlicher als geistiger Anlagen (wie denn diese beiden stets Hand in Hand gehen), die sich erst in späterer Zeit

vollständiger und kenntlicher entwickeln. Dieselbe Erscheinung tritt uns hier vor die Augen, welche wir schon in dem Keime verfolgten; wir sehen von Anfang an individuelle Eigenthümlichkeiten durchleuchten, welche durch die Zeugung und Entstehung in den Keim gelegt und von diesem ausgebildet wurden, bis sie im Säuglings- oder Kindesalter hervortreten. So wie die Familienähnlichkeit in dem runden Kindergesichte, an welchem alle vorspringenden Ecken und Leisten weggewischt, alle Züge unter einer schwellenden Fettlage verdeckt sind, erst nach und nach sich ausbildet und materiell kund gibt, so sehen wir auch in den geistigen Fähigkeiten gewisse Familienähnlichkeiten nach und nach auftauchen, die einen wesentlichen Theil der individuellen Eigenthümlichkeiten ausmachen. Der aufmerksame Beobachter findet schon die Keime dieser Eigenthümlichkeiten bei dem Säuglinge; Mütter von mehreren Kindern wissen sehr wohl, wie das eine von Anfang an leicht reizbar sich zeigte, beständig schrie und weinte, unruhig schlief, ohne krank zu seyn, ungemessene Zuneigung zu diesen, unbesiegbare Antipathie gegen jene Personen zeigte, wie derselbe Säugling im Kindesalter wechselnder in seinen Launen war, als die Wetterfahne auf dem Dache, in derselben Minute zehnerlei Anderes wollte, schnell auffaßte und eben so schnell vergaß, in der Schule hundert Allotria trieb und das Kreuz seiner Lehrer wurde, die ihn langweilten; während der Bruder als Säugling schon den ganzen Tag schlief oder nur aus Hunger plärrte, sich gleich wohl in den Armen eines jeden Freundes befand, als Kind langsam auffaßte und schwer begriff, aber auch das gehörige Sitzfleisch von der Natur mitbekommen hatte, um dieser langsamen Auffassungsgabe ein Gegengewicht zu geben.

Man wird vielleicht fragen, wie bei diesen ursprünglichen Anlagen und der selbstständigen Ausbildung der materiellen Substrate der Geistesfunktionen sich ein Einfluß der Erziehung denken lassen könne, während doch die Erfahrung einen solchen unwiderleglich nachweise. Wir läugnen denselben auch nicht, ob wir gleich der Ansicht sind, daß er weit beschränkter sey, als man

sich gewöhnlich einbildet, und daß namentlich die sogenannte Pädagogik oder Erziehungskunst der Schulmeister und Lehrer nur höchst geringen Einfluß auf die körperliche wie geistige Entwicklung des Menschen von jeher geübt hat. Der Mensch ist vor allen anderen ein geselliges Thier, darauf angewiesen, in größeren Gemeinschaften zu leben und in dem Kindesalter durch den Trieb der Nachahmung sich zu dieser Geselligkeit heranzubilden. Deßhalb sehen wir das Kind allmählig nicht nur die äußeren Gewohnheiten, sondern auch die geistigen Gewohnheiten des Kreises annehmen, in welchem es sich befindet; — es gewöhnt sich an denselben Ideengang, dieselbe Art von Schlußfolgen, dieselbe Anschauungsweise sämmtlicher Dinge, wie diejenigen sie besitzen, nach welchen es sich modelt. Diese Annahme von Andern wird freilich sehr modificirt durch die ursprünglichen Anlagen des Kindes. Je mehr diese den Gewohnheiten des Kreises, in welchen das Kind lebt, entsprechen, desto leichter wird es sich dieselben aneignen, indem schon die natürliche Entwicklung der Anlagen zu dieser Annahme hinleitet; im entgegengesetzten Falle wird es in seiner Entwicklung gehemmt werden, sobald die Gewohnheiten und Ansichten der Umgebung seinen Anlagen zu schroff entgegen stehen. Deßhalb ist das Aufwachsen in der Familie selbst, in der Gesellschaft der Erzeuger, ein so wesentliches Erforderniß zur normalen Entwicklung des Kindes, zur gehörigen Ausbildung derjenigen Anlagen, welche ihm durch die Zeugung von Vater und Mutter eingepflanzt wurden. Aus demselben Grunde aber ist auch die Abschließung in der Familie das vortrefflichste Mittel, um die einseitige Entwicklung der geistigen und körperlichen Eigenthümlichkeiten auf die Spitze zu treiben und dadurch die Rasse zu verderben. Das Leben in der engeren Familie soll die Anlagen zur Reife bringen, welche die Zeugung in das Kind legte; der Umgang mit Andern, mit Andersgesinnten soll die einseitige Entwicklung dieser Anlagen verhindern. Die Isolirung hat sich von jeher gerächt an denjenigen, welche sich dieselbe aufbürdeten, und wenn das unbestreitbare geistige Verkommen des Adels und derjenigen Familien, welche in der Gesellschaft noch

höheren Rang einnehmen, einen Grund hat, so ist es sicher dieß Verbrechen an der geselligen Natur des Menschen, welches diese bevorzugten Familien durch Isolirung ihrer Kinder im jüngeren Alter begehen.

Es ist leicht einzusehen, warum gerade der Umgang, die gewöhnliche Beschäftigung mit diesen oder jenen geistigen Thätigkeiten auch auf dieselben bildend zurückwirkt. Jedes Organ im Körper, sey es welches es wolle, kann durch Uebung gestärkt, vervollkommnet und selbst einseitig ausgebildet werden. Es steht vollkommen in unserer Gewalt einem sonst gesunden Kinde starke Beine oder starke Arme zu geben, je nachdem wir durch Uebung der Muskeln dieselben stählen. Nicht nur allseitige Ausübung der Muskelkraft, sondern auch jede einseitige Ausbildung dieses oder jenes Muskels, oder einer ganzen Reihe von Muskeln ist möglich. Dasselbe aber können wir für die inneren Organe erreichen. Wir sind im Stande durch besondere Nahrung nicht nur Fettablagerung oder Magerkeit zu bewirken, sondern auch einseitige Ausbildung einzelner Organe. Wenn auch diese Versuche nicht bei Menschen gemacht werden, so sind sie doch bei Thieren nicht ungewöhnlich, und wir wissen z. B. recht gut, wie wir eine Gans nähren müssen, um ihre Leber abnorm zu vergrößern. Das Gehirn ist von diesem Gesetze nicht ausgeschlossen; die Uebung einzelner Funktionen desselben trägt auch zur Ausbildung des materiellen Substrates bei, und so kann auch die einseitige Ausbildung bestimmter Geistesthätigkeiten sehr wohl von außen her angeregt werden. Es liegt vollkommen in unserer Macht, ein weiches Gemüth zur Schwärmerei oder zur Melancholie, einen selbstständigen Geist zum Hochmuth und zum Stolze zu leiten. Darin liegt denn auch die Macht, welche die Erziehung über die geistige Bildung ausüben kann. Ich glaube, daß man aus physiologischen Prinzipien die Möglichkeit läugnen muß, diese oder jene geistige Anlage auszurotten, da ihr materielles Substrat einmal vorhanden ist, das sich nicht wegschaffen läßt. Eben so wenig läßt sich einem Kinde, das eine platte oder aufgestülpte Nase erhalten soll, eine Adlernase anerziehen.

Wenn daher Erzieher und Schulmeister sich brüsten, daß sie den Kindern edle Gefühle einflößen könnten, so kann man solche Selbstüberschätzung nur mit einem mitleidigen Lächeln abfertigen, und wenn dieß gar während einiger Tagesstunden in der Schule, gelegentlich beim Lesen- und Schreibenlernen geschehen soll, so ist die Behauptung vollends kindisch zu nennen.

Eine wesentliche Epoche in dem kindlichen Leben ist diejenige, in welcher durch das Hervorbrechen der Zähne der werdende Mensch zu festerer Nahrung angewiesen wird, wo die Natur selbst nachweist, daß die Muttermilch nicht mehr zu dem raschen Wachsthume der Organe hinreicht. Die Gestalt der Milchzähne weist sicher darauf hin, daß das Kind wesentlich Fleischnahrung bedarf, das heißt mit anderen Worten, Proteinsubstanzen, welche zum Aufbau besonders des Muskelfleisches verwendet werden. Die Glieder des Säuglings sind verhältnißmäßig noch sehr klein und unentwickelt, besonders dem ungestalten Kopfe gegenüber, in welchem wieder der blasenförmige runde Schädel ein bedeutendes Uebergewicht zeigt. Die Tendenz der bildenden Thätigkeit im Kindesalter geht deßhalb wesentlich auf die Entwicklung der Extremitäten, die verhältnißmäßig weit mehr wachsen, als der Kopf, dessen äußerer Umfang weniger zunimmt, als sich seine inneren Theile ausbilden. Die Energie der Athemfunktion, sowie der verschiedenen Sekretionen, steht noch nicht in dem Verhältniß wie später; es werden, auch in Beziehung zu dem Körpergewichte, weniger Kohlensäure, weniger feste Stoffe in dem Urine entleert, als in dem Mannesalter, aus dem einfachen Grunde, weil Einnahme und Ausgabe nicht mit einander im Gleichgewicht stehen, sondern erstere bedeutend überwiegt und der Körper schnell an Masse und Gewicht zunimmt. Es ist deßhalb ein großer Fehler, wenn die Nahrung des Kindes und des wachsenden Jünglings so eingerichtet wird, daß mehr die Athemfunktion und die Fettproduktion begünstigt wird, als die Assimilirung von Proteinsubstanzen. Die mehligen Nahrungsmittel, welche hauptsächlich nur Stärke und Zucker dem Organismus zuführen, sind deßhalb als Basis der

Nahrung für das Kindesalter durchaus zu verwerfen und nur in solcher Menge zu geben, als dieß für die Erhaltung der Athemfunktion nöthig ist. Dagegen ist ein wesentliches Bedürfniß Zuführung von Kalk und Phosphorsäure in der Nahrung, um das Skelett gehörig ausbilden zu können, das rasch wächst und ohne diese Zufuhr seine Knochensubstanz nicht gehörig ausbilden kann. Die Sekretionen des Säuglings und Kindes, besonders der Urin, enthalten keinen phosphorsauren Kalk, wie bei dem Erwachsenen, und die unglücklichen Kinder, welche an der englischen Krankheit, der Rhachitis, leiden und den zur Knochenbildung bestimmten Kalk durch den Harn verlieren, ersetzen diesen Verlust durch Picken und Bohren an Kalkmauern, durch Verschlucken von Mörtel, wozu ein unwiderstehlicher Trieb sie verleitet.

Wenn es Aufgabe der Physiologie ist, zu erforschen, welches die Funktionen des Körpers seyen, so gehört sicher auch in den Kreis ihrer Beschäftigungen die Untersuchung der Art und Weise, wie diese Funktionen gekräftigt und namentlich im unselbstständigen Lebensalter normal eingerichtet werden können. Es erweist sich nun hier als wesentliches Bedürfniß des Kindesalters thätige Uebung der Muskelkraft in jeder Art und Beförderung der normalen Blutcirkulation, welche leicht durch den Bildungsproceß des Gehirnes, durch die Vermehrung des Athembedürfnisses eine abnorme Richtung nach Kopf und Brust nimmt. Die häufigen Hirnwassersuchten, Luftröhren- und Lungenentzündungen sind wesentlich in dieser abnormen Zuleitung des Blutes nach dem oberen Theile des Körpers zu suchen. Diese abnorme Zuleitung begünstigt man aber durch möglichst warme Bedeckung des Kopfes, Einwickeln und Einschnüren des Oberkörpers und, diesem entgegengesetzt, durch Entblößung der Beine. Man beruft sich auf die Bauernkinder, die selbst im Winter in bloßen Beinen herumlaufen und doch gesund sind. Vollkommen wahr! Allein sie laufen auch herum, und zwar im bloßen Kopfe und oft nur sehr nothdürftig am Körper bedeckt. Das stubenhockende Kindergeschlecht aber, das man englischer Mode zu Liebe einmal des Tages mit bloßen Beinen spazieren führt, das sonst sitzen

und wohlerzogen seyn muß, dem man Kopf, Brust und Hals über und über einhüllt, wie soll das sich normal entwickeln?

In geistiger Beziehung herrscht dieselbe Unvernunft, dasselbe System, das hier einschnürt und dort unbedeckt läßt. Das Kind will unterhalten, es will belehrt seyn. Aber es sind nicht Sprachformen und grammatikalische Schwierigkeiten, die seine Neugierde reizen, sondern die Gegenstände der Außenwelt, die Handlungen der Umgebungen; alle Eindrücke, welche seine Sinne treffen, möchte es sich klar machen, ihr Warum? erforschen, von Aelteren darüber Auskunft haben. An diese unmittelbaren Eindrücke seiner Sinne knüpft das Kind seine selbstständigen Produktionen, die wir Spiele der Phantasie zu nennen belieben, und worin es, seiner unzusammenhängenden Denkweise gemäß, das Erlebte, Empfundene zu nur ihm verständlichen Bildern zusammenfaßt, die uns älteren Lauschern etwa wie Träume unseres eigenen Gehirnes entgegen treten. Statt diese ursprüngliche Neugierde über natürliche Dinge zu befriedigen, statt ihr Nahrung zu geben durch vernünftige Erklärung der Gründe, welche das Kind wissen will, schlägt man diesen ursprünglichen Trieb entweder mit Sprachkeulen nieder, oder man lenkt ihn auf jämmerliche Nebenwege, die meist nur da sind, um die eigene Unwissenheit zu beschönigen. Daher denn dieser Wahnwitz die Kinder im sechsten Jahre, im fünften schon Latein anfangen zu lassen, daher dieser Unverstand, der die Naturwissenschaften nicht für bildend hält, sondern ihnen nur den Werth eines Gedächtnißkrames einräumt, den man erst so spät als möglich einpfropfen müsse. Das Kind will wissen, warum es donnert und blitzt, weßhalb das Wasser den Berg nicht hinauf fließt und aus welchem Grunde es heute regnet und morgen die Sonne scheint; statt ihm hierfür Erklärungen zu geben, sagt man: „der liebe Gott hat's gemacht" oder man weist es an seine lateinische Declination.

Der Eintritt der Mannbarkeit bezeichnet den Beginn derjenigen Periode des Lebens, in welcher das Wachsthum des Körpers aufhört, die einzelnen Funktionen sich ins Gleichgewicht

setzen und als höchste Blüthe derselben, die Zeugungsfunktion ausgeübt werden kann. Jedermann weiß, daß äußere Zeichen diesen Eintritt der Mannbarkeit angeben; bei dem männlichen Geschlechte das Hervorsprossen der Barthaare, die Erweiterung des Kehlkopfes und die daraus bewirkte Aenderung der Stimme. Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese mit dem Eintritt der Geschlechtsfunktion in dem engsten Zusammenhange steht, weßhalb sie bei Castraten nicht erfolgt. Bei dem weiblichen Geschlechte ist es namentlich die Rundung des Busens, welche den Eintritt der Regeln und somit die geschlechtliche Reife ankündigt. Auffallendere äußere Zeichen dieser ersten Ausstoßung von befruchtungsfähigen Eiern fehlen bei dem weiblichen Geschlechte mehr, als bei dem männlichen, da die Stimme, wenn sie auch voller und klangreicher wird, doch nicht jene krähende Uebergangsperiode besteht, wie bei dem Manne.

Es liegt nicht in unserer Absicht, hier längere Schilderungen zu geben von der Veredlung des Geschlechtstriebes durch die Liebe, von dem Einflusse, den die Geschlechtlichkeit überhaupt auf das ganze Leben ausübt. Nicht als ob wir diese Schilderungen der Physiologie entrückt glaubten; — allein der Umfang dieser Briefe ist schon zu groß geworden, um Dinge, die einem Jeden bekannt sind, hier zu wiederholen. Wohl aber sey es uns gestattet, noch Einiges über das Greisenalter und über den Tod hier anzufügen, da man über diese Dinge weniger übereinstimmend denkt.

Jeder Organismus beschreibt einen gewissen Kreislauf von seiner ersten Entstehung bis zu seiner endlichen Vernichtung; er erreicht eine Lebenshöhe, auf welcher seine Funktionen in allgemeinem Einklange stehen, von welcher er dann wieder abwärts geht. Diese Lebenshöhe findet sich in sehr ungleichen Abschnitten der zeitlichen Dauer des Organismus überhaupt; sie hat selbst nur sehr abwechselnde Länge des Bestandes. Schmetterlinge können Jahrelang als Raupe und Puppe zubringen, um nur wenige Tage in vollkommenem Zustande zu seyn und unmittelbar nachher dem Tode zu verfallen. Hier ist also die Höhe des

Lebens ganz an das Ende desselben gerückt. Bei andern Thieren liegt sie mehr im Anfange. Wer wollte es läugnen, daß sie bei den Rankenfüßen z. B. in der Jugend liegt, wo das Thier frei umherschwimmt, mit Augen versehen ist, einen wohlgesonderten Kopf und gegliederte Bewegungsorgane hat, während das alte Thier festsitzt, keinen Kopf, keine Augen und verschrumpfte Füße besitzt? Man hat in diesem Falle, wo das Leben schnell zurücksinkt von seiner Höhe, dann aber sich in niederem Stande lange fortspinnt, von rückschreitender Metamorphose gesprochen. Jedes Thier, jeder Organismus aber hat seine rückschreitende Metamorphose, die ihn dem Tode entgegenführt und in denjenigen Thieren, welche dem Menschen am nächsten stehen, den Affen, hat man sie auf das Ueberzeugendste nachgewiesen. Bei diesen beginnt sie schon mit dem Mannesalter; — in gleichem Maße als der Kiefer länger wird, der Schädel seine runde Gestalt verliert und der ganze Kopf von der Menschenähnlichkeit, die der junge Affe besaß, herabsinkt, wird auch das Thier selbst dummer, wilder, in allen seinen geistigen Eigenschaften bornirter und unverträglicher.

Wenn hier die Höhe des Lebens schon während der Mannbarkeit vorübergeht, so ist sie dagegen bei dem Menschen mit dieser selbst verknüpft und beginnt zu sinken, sobald die geschlechtliche Funktion aufhört. Ob dieß früher oder später eintrete, ist vollkommen gleichgültig; die Zahl der Jahre macht hier Nichts zur Sache; wenn man von Thomas Parre erzählt, er habe bis in das 140ste Altersjahr seinen ehelichen Pflichten getreulich nachkommen können, so fing für diesen ganz besonders beglückten Sterblichen das Greisenalter erst nach dieser späten Zeit an. Die Ernährung sinkt während des Greisenalters allmählig; so wie sämmtliche Funktionen des Körpers nach und nach in ihrer Energie nachlassen und einer allmähligen Vernichtung entgegen gehen, so sinken auch die Geistesthätigkeiten allmählig von der Höhe der Intelligenz herab. Wenn Lichtenberg von seinem eigenen Greisenalter sagt: „Ich stecke jetzt meine ganze Thätigkeit aufs Profitchen, Kohlen sind noch da, aber keine Flamme. Wenn ich

ehedem in meinem Kopfe nach Gedanken und Einfällen fischte, so fing ich immer etwas; — jetzt kommen die Fische nicht mehr so; — sie fangen an, sich auf dem Grunde zu versteinern und ich muß sie heraushauen; zuweilen bekomme ich sie nur stückweise heraus wie die Versteinerungen von Monte Bolca und flicke dann aus den Stücken etwas zusammen." — Wenn Lichtenberg das von sich selbst sagt, so malt er damit in wenigen treffenden Zügen die Eigenthümlichkeiten des geistigen Lebens im Greisenalter. Die Zugänglichkeit von außen, wie die Produktivität von innen gehen bei dem Greise zu Grunde und nach und nach erlischt eine Fähigkeit des Geistes nach der andern, bis dem völligen Stumpfsinne der Tod ein Ende macht.

Die Ehrfurcht, welche das Alter jedem sittlich gebildeten Menschen einflößt, hat von jeher verleitet, dasselbe als die höchste Blüthezeit der Intelligenz anzusehen. Wenn man diese Blüthe im Zurücktreten der Leidenschaften, in der Unempfindlichkeit gegen äußere Eindrücke, in dem Mangel höheren Schwunges, in der Flachheit der geistigen Produktionen, in dem Widerstande gegen jeden Fortschritt sieht, so mag dem Alter wohl die Weisheit gegönnt werden, die man ihm damit zuschreibt. Der Greis schließt sich starr in seinen Ansichten und Meinungen ab; hat er in der Wissenschaft, in höheren geistigen Regionen sich beschäftigt, so ist er nicht nur nicht mehr fähig, deren Fortschritt zu fördern, sondern er faßt diesen Fortschritt auch nicht und beklagt sich, daß man zurückgehe. In der Regel versagt er mißtrauisch allem Neuen die Anerkennung; wo er aber dasselbe noch aufnimmt, da fühlt er nicht die neuen Richtungen, die sich anbahnen, da erfaßt er nicht die Veränderungen, welche in der Wissenschaft sich verbreiten und dieselbe umschaffen; — er findet im Gegentheile, daß er Alles schon seit langer Zeit wußte oder daß mit allen neuen Thatsachen keine neue Richtung angebahnt werde, sondern das Ganze im alten Geleise bleiben müsse. Was die geistige Produktionskraft betrifft, so kann man ohne Unrecht behaupten, daß die sämmtlichen Produktionen von Greisen vernichtet werden könnten, ohne den mindesten

Schaden für Wissenschaften und Künste im weitesten Sinne des Wortes.

Der nothwendige Tod macht dieser rückschreitenden Metamorphose des Körpers und seiner geistigen Funktionen ein Ende. Nicht ein besonderer krankhafter Zustand bedingt ihn, sondern eine gleichmäßige Abnahme der Lebensenergie aller Organe, die freilich meist in diesem oder jenem speciellen Organe eine tödtende Krankheit hervorruft.

Bis dahin begleitet die Physiologie den Organismus, mit der Vernichtung desselben hört auch sie auf.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

Sinne

den M
ein
, jeder
ganz,
eine

uns,

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Vogt, Carl,

Physiologische Briefe für Gebildete aller Stände

Bd.: 3

Stuttgart ; Tübingen (1847)

Anat. 457 h-1/3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369680-9